บทที่ 3

การฉายภาพออโธกราฟิก

เนื้อหาในบทนี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของการเขียนแบบวิศวกรรม เพราะเป้าหมายหลักของการเขียนแบบวิศวกรรมคือการถ่ายทอดข้อมูลวัตถุสามมิติโดยใช้สื่อสองมิติ เช่น กระดาษ เป็นต้น ซึ่งผู้เรียนสามารถใช้หลักการฉายภาพออโธกราฟิกมาช่วยในสื่อสารข้อมูลสามมิติได้เป็นอย่างดี การศึกษาทำความเข้าใจและหมั่นฝึกฝนจะทำให้เกิดความชำนาญและเป็นพื้นฐานให้ผู้เรียนสามารถอ่านแบบวิศวกรรมได้ดีอีกด้วย

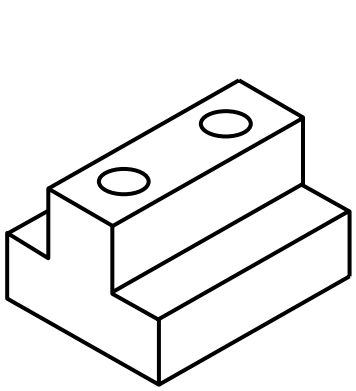
3.1 การแสดงภาพวัตถุสามมิติโดยใช้สื่อสองมิติ

การแสดงภาพวัตถุสามมิติโดยใช้สื่อสองมิตินี้จะใช้หลักการฉายภาพซึ่งได้นำเสนอเบื้องต้นไปแล้วในบทที่ 1 การฉายภาพที่นิยมใช้ในงานวิศวกรรมก็คือการฉายภาพแบบออโธกราฟิก (orthographic) ซึ่งยังสามารถแบ่งออกได้อีก 2 แบบคือ การฉายภาพแบบ axonometric และการฉายภาพแบบ multiview การฉายภาพแบบแรกจะได้ภาพที่มีลักษณะเหมือนรูปสามมิติดังแสดงในรูปที่ 3.1ก ส่วนการฉายภาพแบบหลังจะแสดงด้วยภาพหลายภาพดังแสดงในรูปที่ 3.1ข สำหรับในบทนี้ผู้เรียนจะได้ศึกษาการฉายภาพแบบ multiview ซึ่งในบางครั้งก็นิยมเรียกการฉายภาพแบบนี้ว่าการฉายภาพแบบออโธกราฟิก และเรียกการฉายภาพแบบ axonometric ว่าการฉายภาพแบบ pictorial ซึ่งการเขียนภาพ pictorial นี้จะได้กล่าวถึงอีกครั้งในบทที่ 5

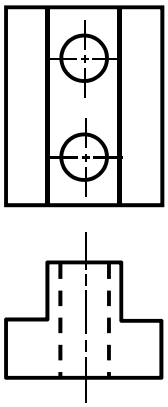
3.2 การฉายภาพแบบ multiview

วัตถุสามมิติใด ๆ ดังที่แสดงในรูป 3.2ก จะประกอบไปด้วยข้อมูลหลัก ๆ 3 ข้อมูลคือ ความกว้าง ลึก และสูง ซึ่งถ้ามองวัตถุในทิศทางตามที่ผู้สังเกตุแสดงในรูปก็จะเห็นวัตถุมีลักษณะ

ดังที่แสดงรูปที่ 3.2ข จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่ได้จากการมองวัตถุนี้ประกอบไปด้วยข้อมูลของความกว้างและความสูงเท่านั้นไม่มีข้อมูลของความลึก และเพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุสามมิติที่ครบถ้วน ผู้สังเกตุอาจก้มลงมองวัตถุจากด้านบน ซึ่งคราวนี้ผู้สังเกตุก็จะได้ข้อมูลของความลึกเพิ่มขึ้นดังแสดงในรูปที่ 3.2ค ในตอนนี้ผู้เรียนคงจะเริ่มเข้าใจมากยิ่งขึ้นแล้วว่าทำไมจึงเรียกการฉายภาพแบบนี้ว่า multiview ก็เพราะว่าการมองวัตถุเพียงมุมมองเดียวแล้วนำมาสร้างภาพนั้นไม่เพียงพอต่อการสื่อสารข้อมูลของวัตถุสามมิติ แต่ต้องอาศัยการมองวัตถุในอีกมุมมองหนึ่งด้วยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ครบถ้วน

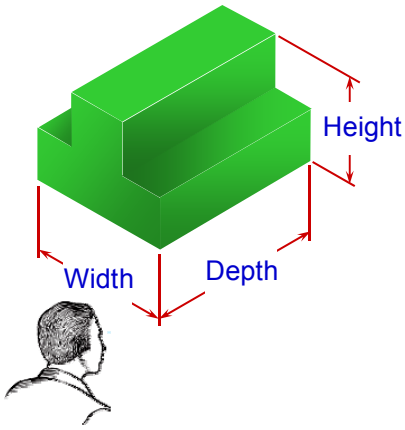


ก. การฉายภาพแบบ axonometric

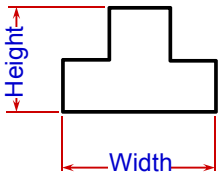


ข. การฉายภาพแบบ multiview

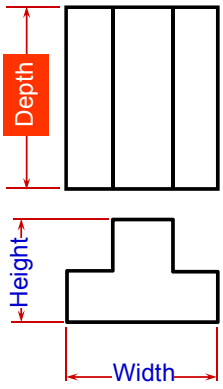
รูปที่ 3.1 การฉายภาพแบบ axonometric และการฉายภาพแบบ multiview



ก. ข้อมูลบนวัตถุสามมิติ



ข. ข้อมูลจากการมองวัตถุมุมมองเดียว



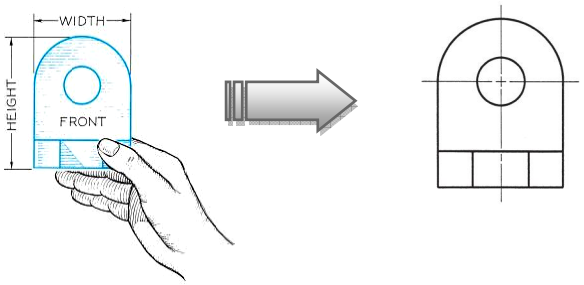
ค. ข้อมูลจากการมองวัตถุหลายมุมมอง

รูปที่ 3.2 ความสำคัญของการฉายภาพแบบ multiview

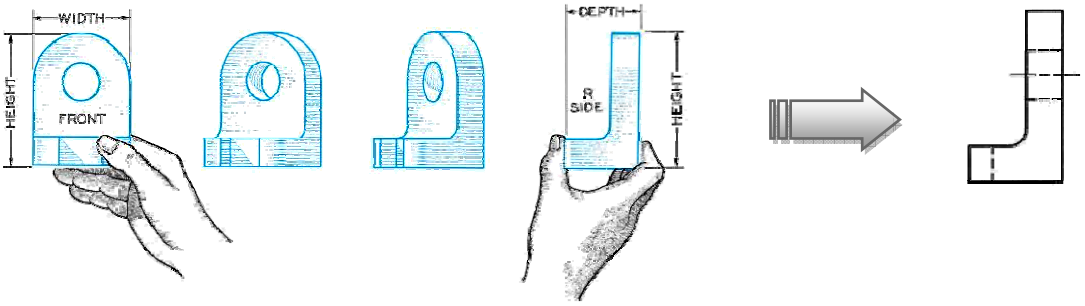
การมองวัตถุสามมิติในหลายมุมมองจะทำให้เกิดภาพที่เรียกว่า multiview drawing ซึ่งผู้เรียนสามารถสร้างภาพเหล่านี้ได้ด้วยการทดลองทำดังต่อไปนี้

- *การหมุนวัตถุเพื่อให้เกิดภาพหลาย ๆ มุมมอง*

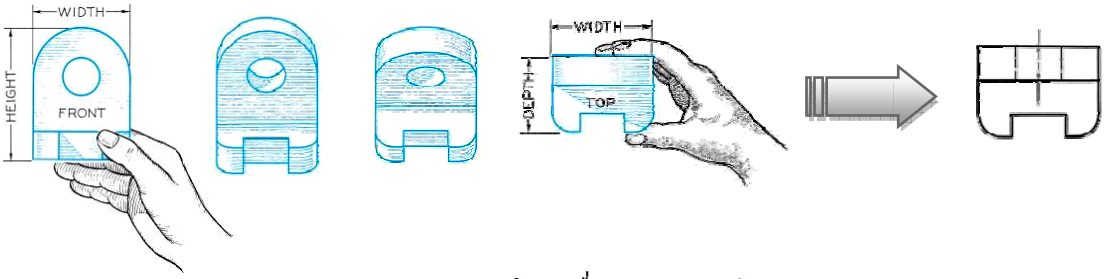
ผู้เรียนสามารถทดลองใช้เทคนิคนี้ในการหมุนวัตถุขนาดเล็ก ๆ เพื่อสร้างภาพหลายมุมมองของวัตถุชิ้นนั้นได้ ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 3.3ก-ค จากรูป 3.3ก แสดงการถือวัตถุขนาดเล็กและผู้ถือเลือกมุมมองนี้ให้เป็นมุมมองด้านหน้า (front view) ซึ่งจะได้ภาพที่ปรากฏต่อตัวผู้ถือวัตถุเองดังแสดงในรูปด้านขวา จากนั้นในรูปที่ 3.3ข ผู้ถือหมุนวัตถุเพื่อดูลักษณะรูปร่างของวัตถุทางด้านขวามือ ส่วนรูปที่ 3.3ค ผู้ถือหมุนวัตถุเพื่อดูลักษณะรูปร่างของวัตถุทางด้านบน ซึ่งถ้าผู้ที่หมุนวัตถุนี้นำภาพที่ตนเองเห็นแล้ววาดออกมาโดยวางตามตำแหน่งที่ถูกต้องดังแสดงในรูปที่ 3.4 ก็จะได้ภาพ multiview หรือภาพออโธกราฟิกของวัตถุนี้ตามต้องการ



(ก) การถือวัตถุเพื่อแสดงภาพด้านหน้า

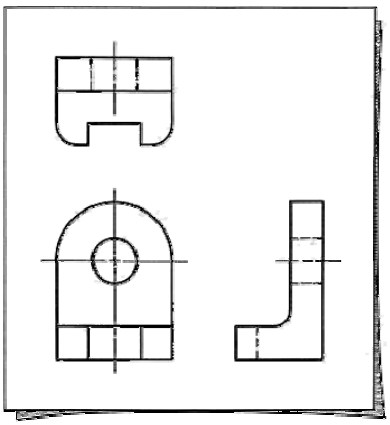


(ข) การหมุนวัตถุเพื่อแสดงภาพด้านข้าง (ข้างขวา)



(ค) การหมุนวัตถุเพื่อแสดงภาพด้านบน

รูปที่ 3.3 การหมุนวัตถุเพื่อให้เกิดภาพแบบออโธกราฟิก

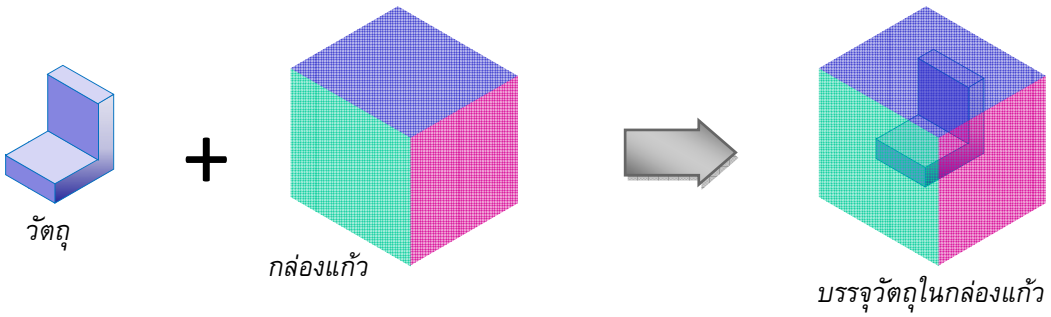


รูปที่ 3.4 ภาพออโธกราฟิกที่ได้จากการหมุนวัตถุ

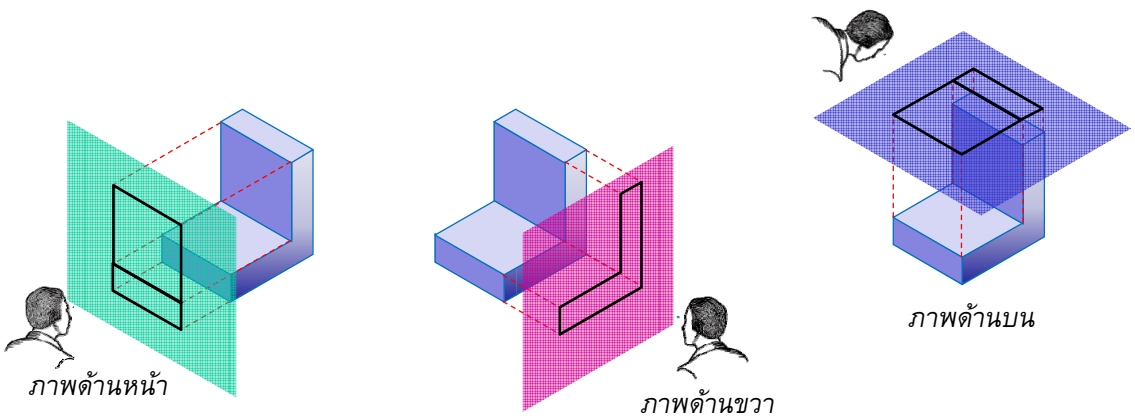
ภาพออโธกราฟิกที่ได้นี้ให้ผู้เรียนสังเกตุตำแหน่งการวางรูปให้ดีเพราะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก จากรูปจะพบว่าภาพที่เห็นจากด้านขวาของวัตถุจะวางอยู่ด้านขวาของภาพทางด้านหน้า และภาพที่เห็นจากด้านบนของวัตถุจะวางอยู่ด้านบนของภาพด้านหน้าอีกเช่นเดียวกัน สำหรับสาเหตุที่ภาพเหล่านี้ต้องถูกวางในตำแหน่งดังที่แสดงนั้นสามารถทำความเข้าใจได้จากเทคนิคการสร้างภาพออโธกราฟิกอีกวิธีหนึ่ง คือวิธีการเดินสังเกตุรอบวัตถุ

- *การเดินสังเกตุรอบวัตถุเพื่อให้เกิดภาพหลาย ๆ มุมมอง*

การสร้างภาพออโธกราฟิกด้วยวิธีนี้ ให้ผู้เรียนจินตนาการว่าได้นำวัตถุใส่เข้าไปในกล่องแก้ว (glass box) ดังแสดงในรูปที่ 3.5 จากนั้นให้เดินไปรอบ ๆ กล่องแล้ววาดภาพที่เห็นไปบนผนังกล่องดังรูปที่ 3.6 ซึ่งจะเกิดภาพบนฝากล่องแบบนี้ทั้งหมด 6 ด้านด้วยกัน

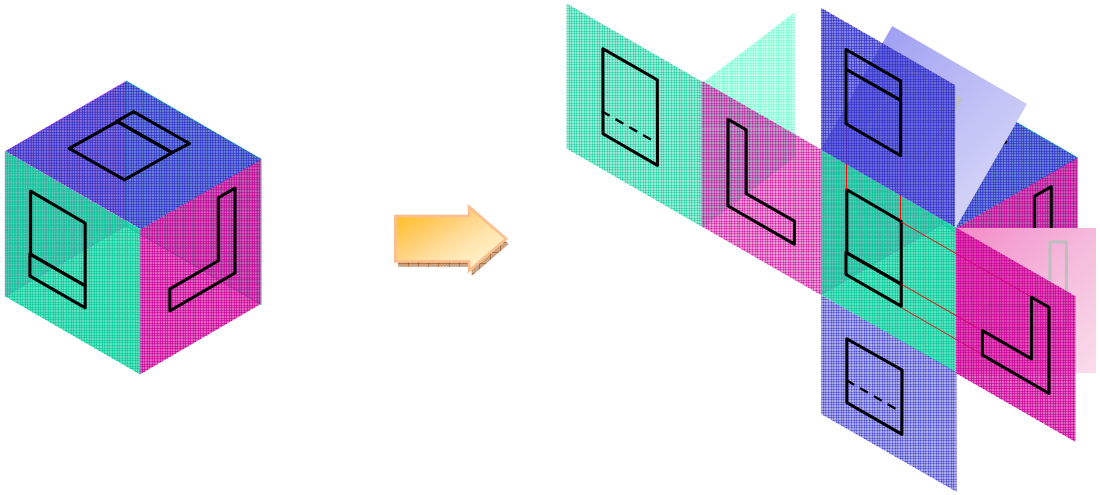


รูปที่ 3.5 นำวัตถุใส่ในกล่องแก้วเพื่อสร้างภาพออโธกราฟิก

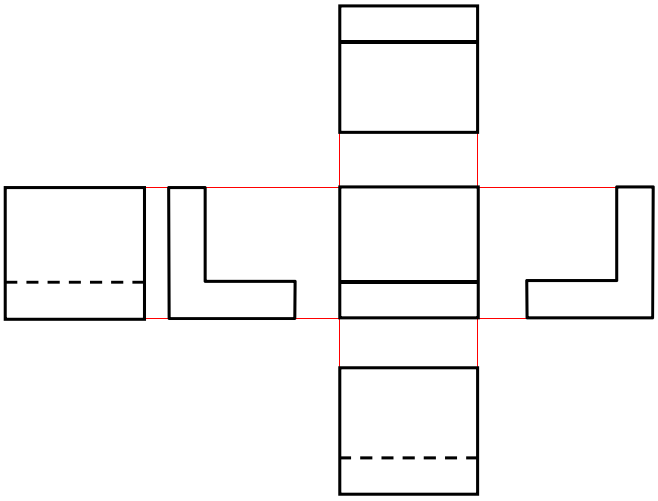


รูปที่ 3.6 การเดินรอบกล่องแก้วเพื่อวาดภาพบนผนังกล่อง

จากนั้นทำการคลี่กล่องแก้วออกโดยคงผนังกล่องด้านหน้าไว้เป็นหลักแล้วคลี่ฝากล่องด้านอื่น ๆ ให้ได้ระนาบเดียวกับฝากล่องด้านหน้าดังแสดงในรูปที่ 3.7 ซึ่งถ้านำกล่องที่คลี่ออกหมดแล้วนี้วางบนโต๊ะในแนวระนาบก็จะได้ภาพดังรูปที่ 3.8 ซึ่งเป็นภาพออโธกราฟิกตามต้องการ และจะเห็นได้ว่าภาพด้านขวาก็จะอยู่ทางด้านขวาของภาพด้านหน้าและอยู่ในแนวระดับที่เท่ากัน เช่นเดียวกับภาพด้านซ้ายด้วย ส่วนภาพด้านบนก็จะอยู่ด้านบนของภาพด้านหน้าและอยู่ในแนวดิ่งเดียวกัน



รูปที่ 3.7 คลี่กล่องออกโดยคงฝากล่องด้านหน้าไว้เป็นหลัก



รูปที่ 3.8 ภาพที่ได้เมื่อวางกล่องที่คลี่แล้วไว้บนโต๊ะ (จากรูปไม่ได้แสดงสีของผนังกล่อง)

ผู้เรียนควรศึกษาทำความเข้าใจกับวิธีการสร้างภาพออโธกราฟิกดังที่แสดงข้างต้นทั้งสองวิธี ซึ่งวิธีแรกนั้นเราสามารถทดลองทำได้ด้วยตนเองโดยใช้วัตถุเล็ก ๆ รอบตัว แต่สำหรับวิธีที่สอง ผู้เรียนต้องฝึกฝนการใช้จินตนาการโดยจินตนาการว่าตนเองสามารถเดินไปรอบ ๆ วัตถุแล้ว

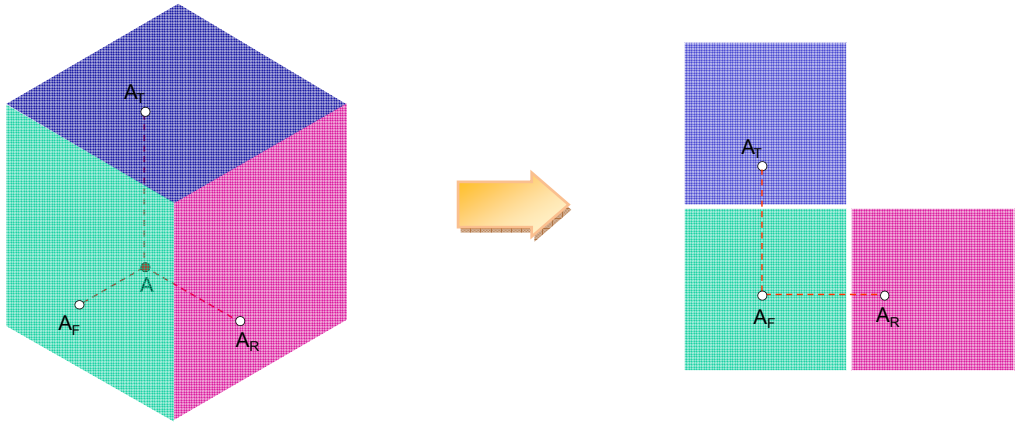
วาดภาพที่เห็นในแต่ละด้านออกมาให้ได้ เพราะในความเป็นจริงแล้วเราไม่สามารถเดินสังเกตุรอบวัตถุได้ตามใจชอบ

3.3 ภาพออโธกราฟิกขององค์ประกอบของวัตถุ

ในหัวข้อนี้ผู้เรียนจะได้ศึกษาการฉายภาพขององค์ประกอบของวัตถุ โดยองค์ประกอบที่เล็กที่สุดของวัตถุใด ๆ ก็คือ “จุด (point)” เมื่อนำจุดมาต่อกันก็จะได้ “เส้น (line)” และเมื่อนำเส้นมาลากต่อกันจนครบเป็นวงรอบก็จะได้ “พื้นผิว (surface)” สุดท้ายนำพื้นผิวมาต่อกันก็จะเป็นวัตถุ ดังนั้นถ้าผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ว่าเมื่อนำ จุด เส้น หรือพื้นผิว มาสร้างภาพฉายออโธกราฟิกแล้วจะได้รูปอย่างไร ก็จะสามารถนำความรู้ดังกล่าวไปใช้ฉายภาพวัตถุที่ซับซ้อนได้

- *การฉายภาพจุด (projection of point)*

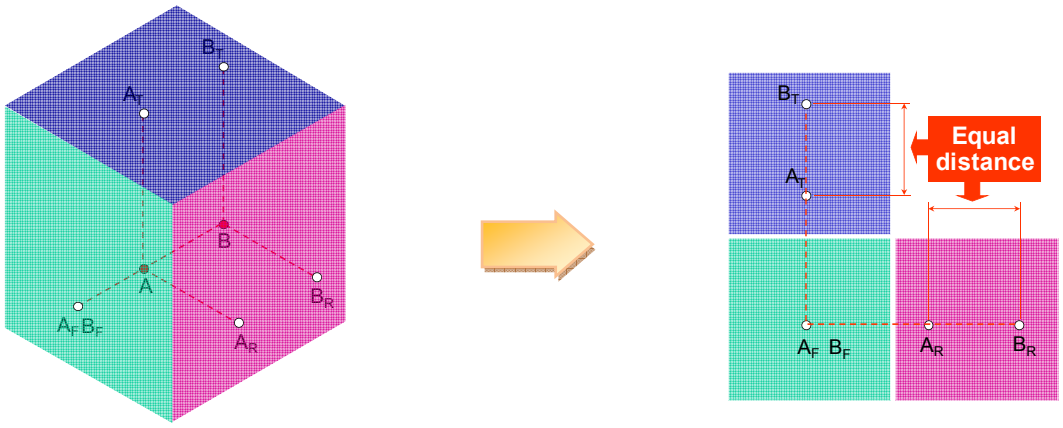
รูปที่ 3.9ก แสดงจุด A ที่บรรจุอยู่ในกล่องแก้วและภาพของจุด A ที่ไปปรากฏบนผนังกล่องทั้ง 3 ด้าน โดยตัวห้อย F, R และ T หมายความว่าเป็นภาพที่ปรากฏบนผนังด้านหน้า (front view) ผนังด้านขวา (right side view) และผนังด้านบน (top view) ตามลำดับ เมื่อคลี่กล่องออกก็จะได้ภาพดังแสดงในรูปที่ 3.9ข จากภาพนี้สิ่งที่ผู้เรียนต้องสังเกตุให้ดีคือตำแหน่งของจุดที่ปรากฏเป็นภาพด้านขวาจะต้องอยู่ในระดับเดียวกันกับที่จุดนั้นไปปรากฏเป็นภาพด้านหน้า ส่วนตำแหน่งของจุดบนภาพด้านบนก็ต้องอยู่ในแนวดิ่งเดียวกันกับจุดที่ปรากฏบนภาพด้านหน้าด้วยเช่นเดียวกัน การอ้างอิงตำแหน่งระหว่างภาพในแต่ละด้านเช่นนี้ ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจให้ดีและฝึกฝนจนเกิดความชำนาญให้ได้



(ก) ภาพฉายของจุดบนผนังกล่อง (ข) ตำแหน่งของจุดบนภาพออโธกราฟิก

รูปที่ 3.9 ภาพฉายออโธกราฟิกของจุด

กรณีถัดไปทำการเพิ่มจุด B เข้าไปในกล่อง ณ ตำแหน่งหลังจุด A เมื่อเทียบกับผนังกล่องด้านหน้า ดังแสดงในรูปที่ 3.10ก จากรูปแสดงตำแหน่งของจุด A และ B ที่อยู่ภายในกล่องและภาพฉายที่เกิดขึ้นบนผนัง เมื่อคลี่กล่องออกจะได้ภาพดังแสดงในรูปที่ 3.10ข และเนื่องจากจุด B อยู่หลังจุด A พอดีดังนั้นเมื่อมองจากด้านหน้าก็จะเห็นจุดทั้งสองซ้อนทับกันเป็นจุดเดียว ส่วนภาพด้านข้าง จุด B ก็จะปรากฏอยู่ทางด้านขวาและอยู่ในระดับเดียวกันกับจุด A ส่วนในภาพด้านบน จุด B จะปรากฏอยู่ด้านบนและอยู่ในแนวดิ่งเดียวกันกับจุด A อีกทั้งระยะห่างที่วัดได้ระหว่างจุด A และจุด B จากภาพด้านขวา (วัดระยะห่างในแนวนอน) และจากภาพด้านบน (วัดระยะห่างในแนวดิ่ง) จะต้องมีค่าเท่ากันด้วย ผู้เรียนอาจสงสัยว่าทำไมต้องมีค่าเท่ากัน? ขอให้ผู้เรียนลองจินตนาการว่าตนเองมองตรงเข้าไปที่หน้าเพื่อนคนหนึ่ง ซึ่งจะสังเกตุเห็นระยะห่างระหว่างใบหูด้านซ้ายและด้านขวามีค่า ๆ หนึ่ง จากนั้นลองชะโงกหน้าเข้าไป แล้วก้มลงมองด้านบนศรีษะของเพื่อนคนเดิมก็จะพบว่าระยะห่างระหว่างใบหูทั้งสองก็ต้องมีค่าเท่าเดิมด้วย เพราะเรายังคงสังเกตุศรีษะของคน ๆ เดิมอยู่นั่นเอง ซึ่งจากตัวอย่างนี้ก็คงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจในคำตอบของคำถามด้านบนมากยิ่งขึ้น



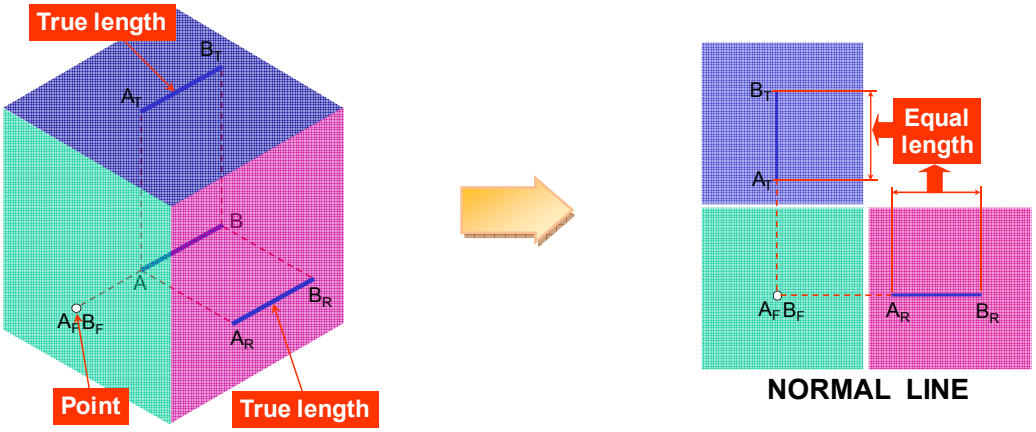
(ก) ภาพฉายของจุดบนผนังกล่อง (ข) ตำแหน่งของจุดบนภาพออโธกราฟิก

รูปที่ 3.10 ภาพฉายออโธกราฟิกของจุดสองจุด

- *การฉายภาพเส้น (projection of line)*

การฉายภาพเส้นก็จะเหมือนกับการฉายภาพของจุดสองจุดนั่นเอง เนื่องจากการสร้างเส้นตรงใด ๆ ก็คือการลากเส้นเชื่อมจุดสองจุดเท่านั้น รูปที่ 3.11ก-ข แสดงการฉายภาพของเส้นตรงที่เกิดจากการลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุด A และจุด B ของรูปที่ 3.10ก-ข นั่นเอง จากรูปที่ 3.11 จะเห็นว่าภาพของเส้นตรงที่ได้จากผนังกล่องด้านบนและด้านขวาจะมีขนาดตามความเป็นจริง ซึ่งการ

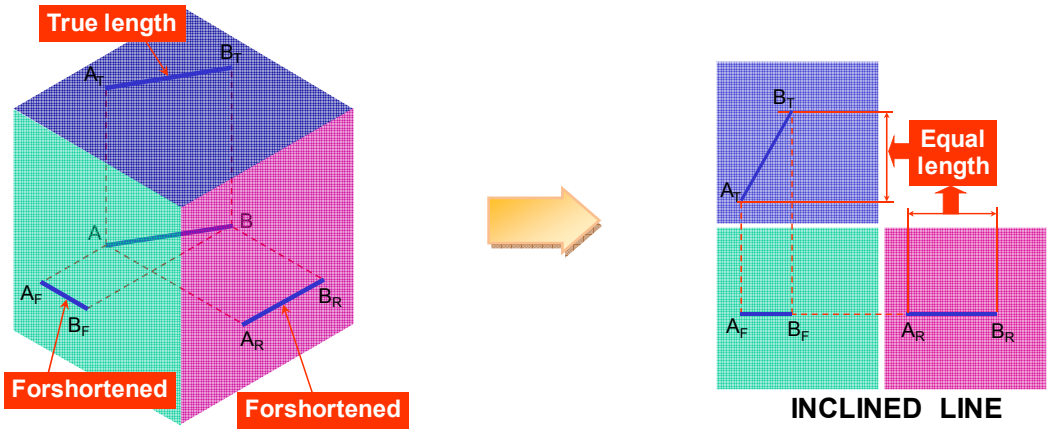
ฉายภาพของเส้นแล้วเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ได้ เส้นนั้นจะต้องตั้งฉากกับผนังด้านใดด้านหนึ่ง ทำให้เราเรียกเส้นที่มีคุณสมบัติแบบนี้ว่า “normal line”



(ก) ภาพฉายของเส้นบนผนังกล่อง (ข) ภาพฉายของเส้นแบบออโธกราฟิก

รูปที่ 3.11 ภาพฉายออโธกราฟิกของเส้น normal line

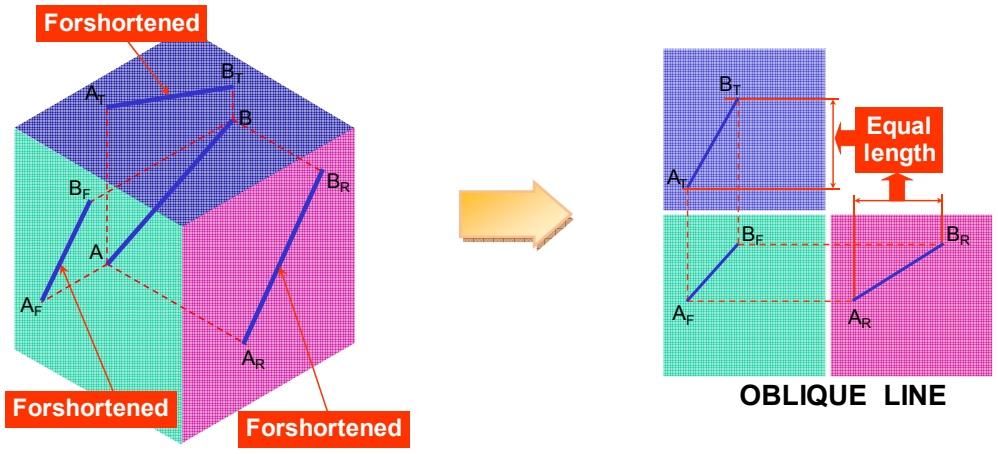
กรณีที่สอง กำหนดให้จุด B อยู่ที่ตำแหน่งเดิมและเป็นจุดหมุน จากนั้นหมุนจุด A ที่เป็นปลายของเส้นตรงให้เคลื่อนออกไปด้านซ้ายดังแสดงในรูปที่ 3.12ก ซึ่งลักษณะของเส้นตรงนี้จะวางตัวขนานกับผนังกล่องด้านหนึ่ง (ผนังด้านบน) และทำมุมกับผนังกล่องด้านที่เหลือ (ผนังด้านหน้าและด้านขวา) เส้นที่มีคุณสมบัติเช่นนี้จะเรียกกว่า “inclined line” ซึ่งภาพที่ปรากฏบนผนังที่เส้นนั้นวางตัวขนานด้วยจะมีขนาดตามความเป็นจริง ส่วนภาพที่ไปปรากฏบนผนังที่เส้นนี้เอียงทำมุมด้วยจะมีขนาดที่สั้นกว่าความเป็นจริงดังแสดงในรูปที่ 3.12ข



(ก) ภาพฉายของเส้นบนผนังกล่อง (ข) ภาพฉายของเส้นแบบออโธกราฟิก

รูปที่ 3.12 ภาพฉายออโธกราฟิกของเส้น inclined line

กรณีสุดท้ายจะทำการขยับเส้นต่อจากกรณีที่สอง โดยกำหนดให้จุด A อยู่ที่ตำแหน่งเดิมแล้วยกจุด B ขึ้นตรง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.13ก-ข เส้นในกรณีนี้จะไม่ขนานหรือตั้งฉากกับผนังใด ๆ เลย ซึ่งจะเรียกเส้นนี้ว่า “oblique line” และภาพที่ได้จากการฉายเส้นชนิดนี้จะมีขนาดสั้นกว่าความเป็นจริงในทุกมุมมอง



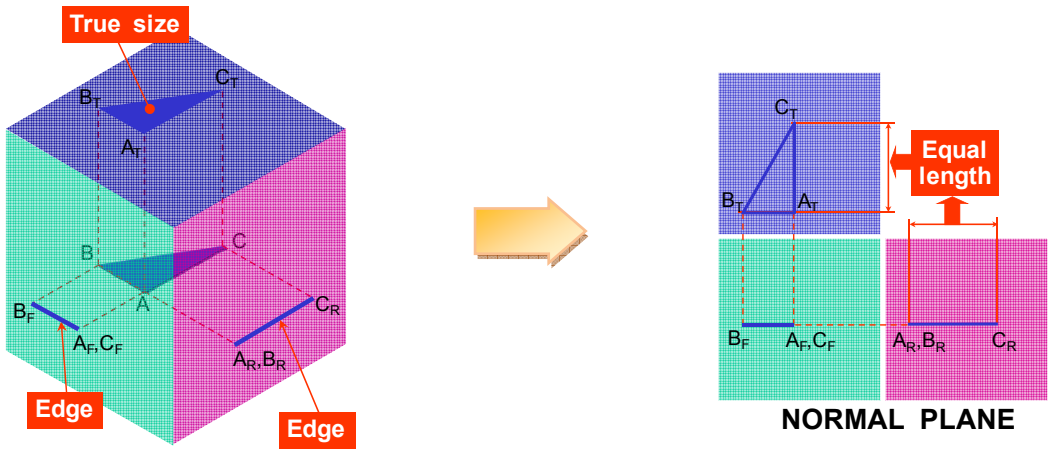
(ก) ภาพฉายของเส้นบนผนังกล่อง (ข) ภาพฉายของเส้นแบบออโธกราฟิก

รูปที่ 3.13 ภาพฉายออโธกราฟิกของเส้น oblique line

- *การฉายภาพระนาบ (projection of plane)*

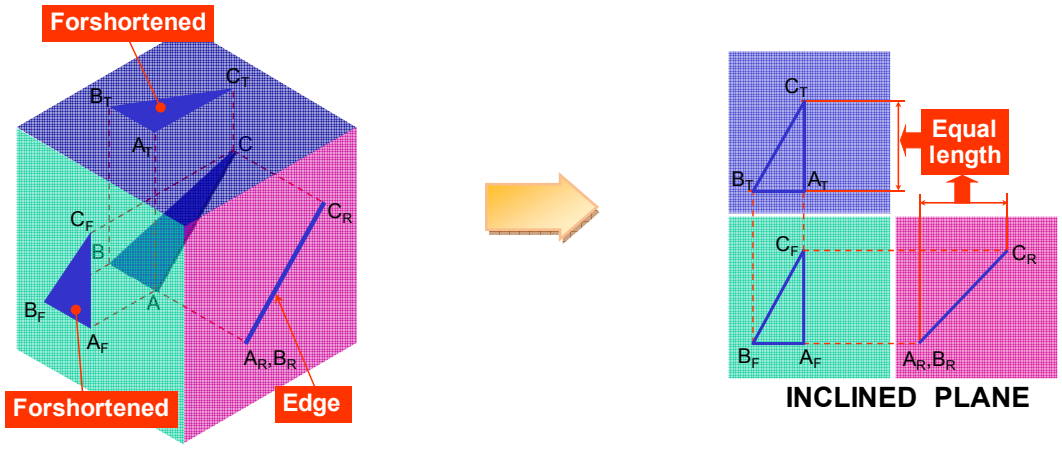
การฉายภาพของระนาบก็จะมีรูปแบบต่าง ๆ กัน 3 แบบเช่นเดียวกับการฉายภาพเส้น โดยที่แบบแรกคือกรณีที่ระนาบขนานกับผนังด้านหนึ่งและมีแนวตั้งฉากกับผนังอีกสองด้านที่เหลือ ลักษณะเช่นนี้จะเรียกว่าระนาบ “normal plane” ดังแสดงในรูปที่ 3.14ก จากรูปแสดงระนาบสามเหลี่ยม ABC ภาพของระนาบที่ฉายไปบนผนังที่ขนานกับระนาบ (ผนังด้านบน) จะได้ขนาดเท่าของจริง ส่วนภาพฉายที่ปรากฏบนอีกสองผนังจะเห็นระนาบนี้เป็นเส้นเท่านั้น (รูปที่ 3.14ข)

กรณีที่สองของการฉายภาพระนาบคือนำระนาบในกรณีแรกมายึดตลอดขอบ AB จากนั้นยกมุม C ขึ้น ซึ่งจะได้ระนาบที่มีแนวระนาบตั้งฉากกับผนังด้านขวาดังแสดงในรูปที่ 3.15ก และเอียงทำมุมกับระนาบด้านหน้าและด้านบน ระนาบที่มีลักษณะเช่นนี้จะเรียกว่าระนาบ “inclined plane” ภาพฉายของระนาบนี้บนผนังที่ตั้งฉากกับแนวระนาบจะปรากฏเป็นเส้น ส่วนภาพฉายบนผนังที่เหลือจะปรากฏเป็นภาพสามเหลี่ยมซึ่งมีขนาดเล็กกว่าของจริง (รูปที่ 3.15ข) และสุดท้ายถ้านำระนาบจากกรณีที่สองมายึดตลอดแนว AC จากนั้นยกมุม B ให้ลอยสูงขึ้น กรณีนี้ระนาบ ABC จะไม่ขนานหรือตั้งฉากกับผนังด้านใดเลย ระนาบแบบนี้จะเรียกว่า “oblique plane” ซึ่งภาพฉายที่ปรากฏบนผนังทุกด้านก็จะยังคงเห็นเป็นสามเหลี่ยมแต่มีขนาดที่เล็กกว่าของจริง (รูปที่ 3.16ก-ข)



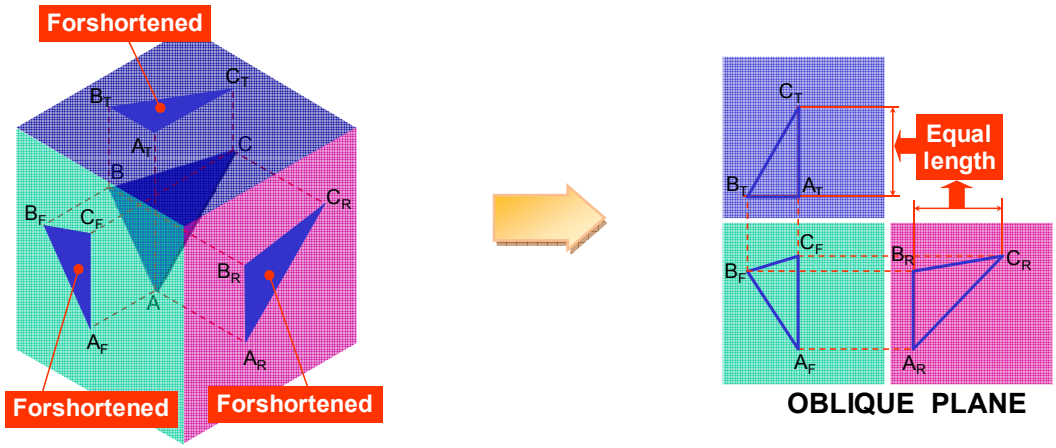
(ก) ภาพฉายของระนาบบนผนังกล่อง (ข) ภาพฉายของระนาบแบบออโธกราฟิก

รูปที่ 3.14 ภาพฉายออโธกราฟิกของระนาบ normal plane



(ก) ภาพฉายของระนาบบนผนังกล่อง (ข) ภาพฉายของระนาบแบบออโธกราฟิก

รูปที่ 3.15 ภาพฉายออโธกราฟิกของระนาบ inclined plane



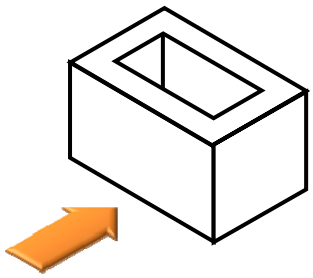
(ก) ภาพฉายของระนาบบนผนังกล่อง (ข) ภาพฉายของระนาบแบบออโธกราฟิก

รูปที่ 3.16 ภาพฉายออโธกราฟิกของระนาบ oblique plane

3.4 การฉายภาพออโธกราฟิกของวัตถุ

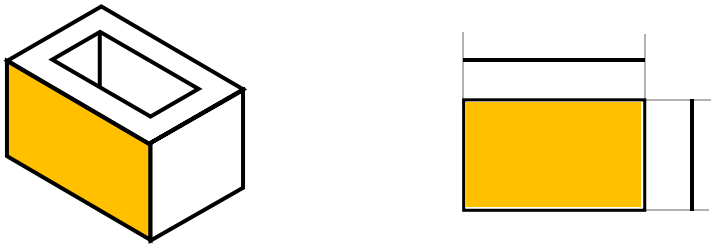
หัวข้อนี้จะแสดงตัวอย่างการฉายภาพออโธกราฟิกของวัตถุ โดยจะวิเคราะห์กันทีละระนาบว่าระนาบดังกล่าวจะปรากฏเป็นรูปอย่างไรเมื่อมองในแต่ละทิศทาง (ทิศทางด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน)

ตัวอย่างที่ 1 วัตถุในตัวอย่างแรกได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.17 และกำหนดให้ทิศทางตามลูกศรเป็นทิศทางด้านหน้า



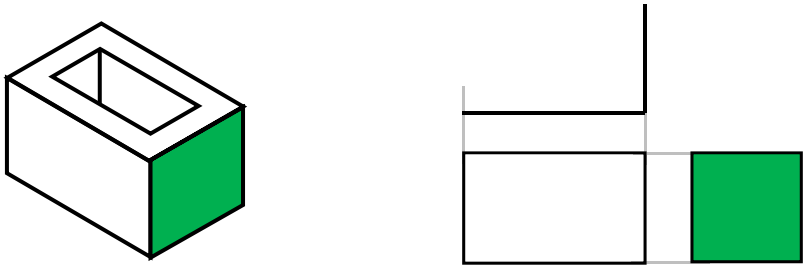
รูปที่ 3.17 วัตถุตัวอย่างที่ 1

เริ่มพิจารณาพื้นผิวด้านหน้าดังที่แสดงเป็นสีส้ม พื้นผิวดังกล่าวเมื่อมองทางด้านหน้าจะเห็นเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า แต่เมื่อมองด้านข้างและด้านบนจะเห็นเป็นเส้นตรงเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 3.18



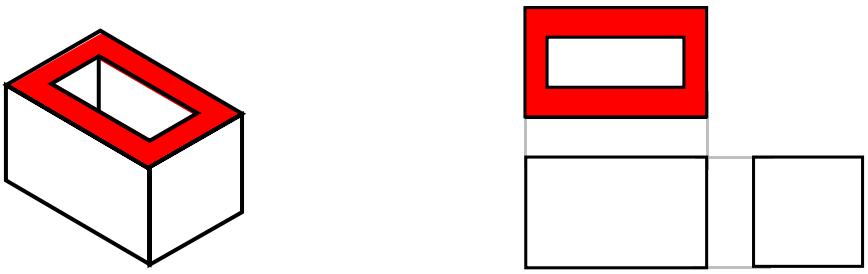
รูปที่ 3.18 ระนาบด้านหน้าของวัตถุตัวอย่างที่ 1 และภาพฉายออโธกราฟิก

ต่อไปพิจารณาระนาบด้านข้าง (สีเขียว) ระนาบนี้เมื่อมองด้านหน้าจะเห็นเป็นเส้น เช่นเดียวกันกับเมื่อมองทางด้านบน แต่เมื่อมองด้านข้างจะเห็นเป็นสีเหลี่ยม ซึ่งจะได้ภาพออโธกราฟิกดังที่แสดงในรูปที่ 3.19



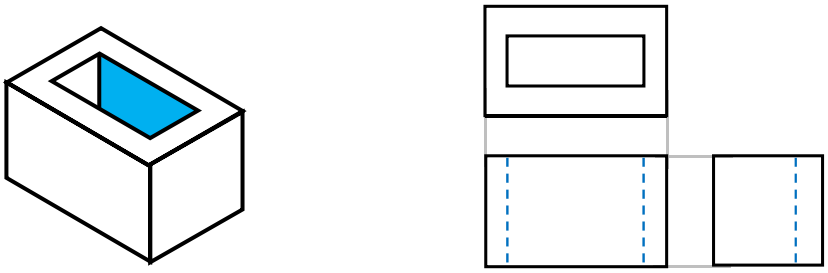
รูปที่ 3.19 ระนาบด้านข้างของวัตถุตัวอย่างที่ 1 และภาพฉายออโธกราฟิก

จากนั้นพิจารณาระนาบด้านบนที่มีลักษณะเป็นกรอบ (สีแดง) ดังแสดงในรูปที่ 3.20 จากรูปจะเห็นว่าระนาบดังกล่าวจะปรากฏเป็นเส้นตรงเมื่อมองจากด้านหน้าและด้านข้าง แต่จะเห็นเป็นกรอบสี่เหลี่ยมเมื่อมองทางด้านบน ซึ่งทำให้ภาพออโธกราฟิกมีลักษณะดังรูปด้านขวาของรูปที่ 3.20



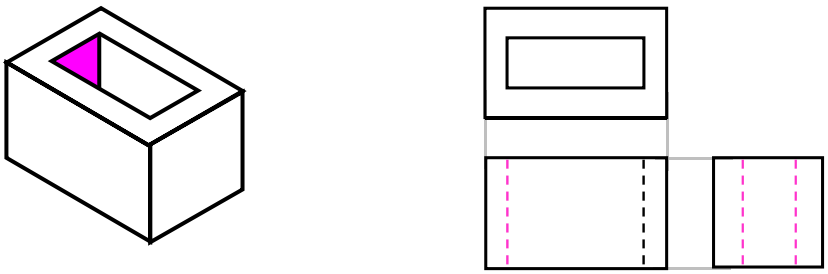
รูปที่ 3.20 ระนาบด้านบนของวัตถุตัวอย่างที่ 1 และภาพฉายออโธกราฟิก

ระนาบถัดไปที่จะพิจารณาคือระนาบด้านใน (สีฟ้า) ดังแสดงในรูปที่ 3.21 เมื่อมองจากด้านหน้าจะเห็นระนาบนี้เป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีขนาดเล็กกว่าระนาบด้านหน้า แต่เนื่องจากระนาบดังกล่าวอยู่ด้านในวัตถุ จึงต้องแสดงระนาบดังกล่าวเป็นเส้นประ (สังเกตุรูปด้านขวาของรูปที่ 3.21)



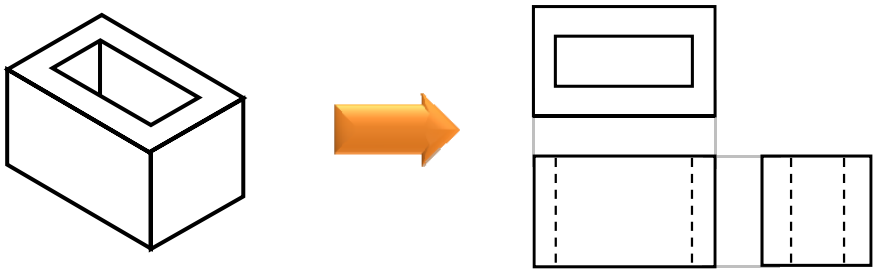
รูปที่ 3.21 ระนาบด้านในของวัตถุตัวอย่างที่ 1 และภาพฉายออโธกราฟิก

อีกระนาบที่อยู่ด้านในและสามารถเห็นได้จากรูปวัตถุคือระนาบด้านในที่อยู่ด้านข้าง (สีชมพู) ระนาบนี้จะเห็นเป็นเส้นประเมื่อมองจากด้านหน้า เห็นเป็นเส้นตรงเมื่อมองจากด้านบน และเห็นเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าเมื่อมองจากด้านข้างและอีกเช่นเดิม เนื่องจากเป็นระนาบที่อยู่ด้านในจึงถูกวัตถุด้านนอกบังทำให้ต้องแสดงระนาบด้วยเส้นประดังแสดงในรูปที่ 3.22



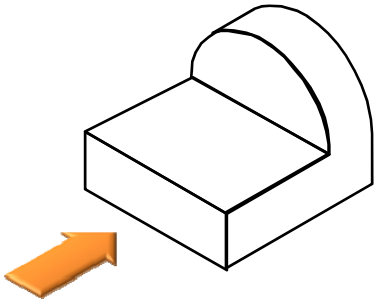
รูปที่ 3.22 ระนาบด้านในที่อยู่ด้านข้างของวัตถุตัวอย่างที่ 1 และภาพฉายออโธกราฟิก

จากนั้นให้ผู้เรียนลองพิจารณาระนาบอื่น ๆ ของวัตถุที่ยังไม่ได้กล่าวถึง ซึ่งจะพบว่าระนาบเหล่านี้ก็จะปรากฏเป็นเส้นที่ซ้ำกับกับเส้นที่มีอยู่ก่อนแล้ว รูปที่ 3.23 แสดงรูปวัตถุพร้อมกับภาพออโธกราฟิกที่สมบูรณ์ซึ่งมีลักษณะที่เหมือนกับรูปที่ 3.22 นั่นเอง



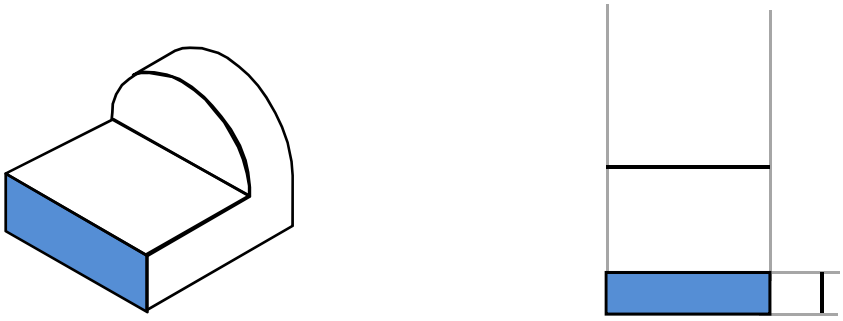
รูปที่ 3.23 วัตถุตัวอย่างที่ 1 และภาพฉายออโธกราฟิก

ตัวอย่างที่ 2 วัตถุในตัวอย่างนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.24 และกำหนดให้ทิศทางตามลูกศรเป็นทิศทางด้านหน้า



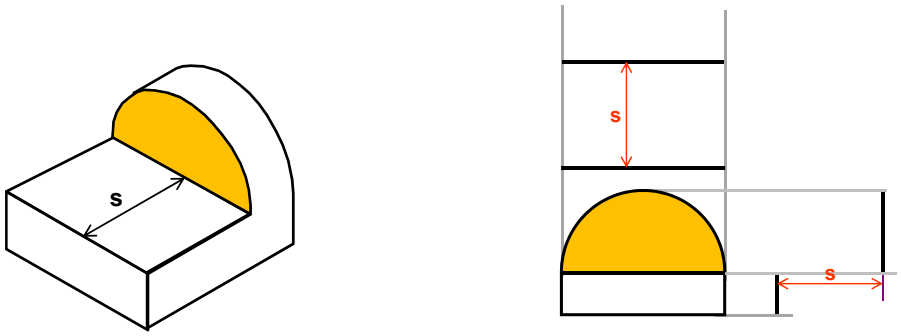
รูปที่ 3.24 วัตถุตัวอย่างที่ 2

พิจารณาระนาบแรกโดยเลือกระนาบสีฟ้าดังแสดงในรูปที่ 3.25 ระนาบนี้จะเห็นเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเมื่อมองจากด้านหน้า และเห็นเป็นเส้นเมื่อมองจากด้านข้างและด้านบน ทำให้ได้ภาพออโธกราฟิกดังแสดงในรูปด้านขวาของรูปที่ 3.25



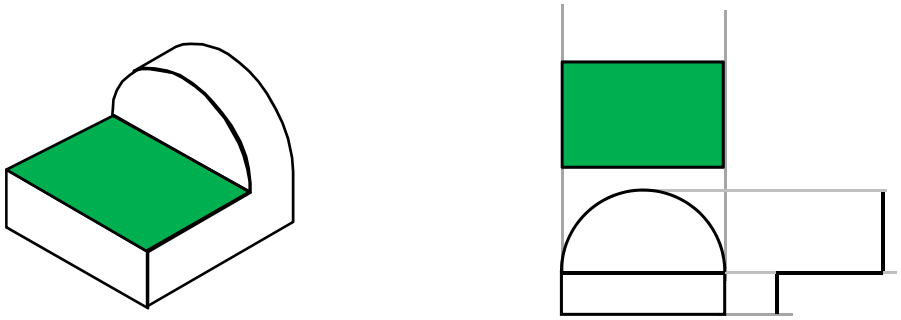
รูปที่ 3.25 ระนาบด้านหน้าของวัตถุตัวอย่างที่ 2 และภาพฉายออโธกราฟิก

ระนาบต่อไปที่จะพิจารณาคือระนาบครึ่งวงกลม (สีส้ม) เนื่องจากระนาบนี้อยู่ห่างจากระนาบด้านหน้า (สีฟ้าในรูปที่ 3.25) เป็นระยะเท่ากับ s ดังนั้นตำแหน่งของระนาบนี้ในภาพออโธกราฟิกก็ต้องห่างจากเส้นที่แสดงระนาบด้านหน้าเป็นระยะทาง s ด้วยเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 3.26



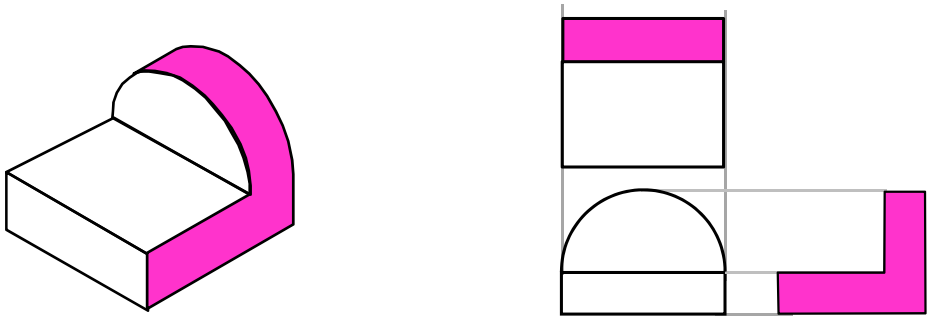
รูปที่ 3.26 ระนาบครึ่งวงกลมของวัตถุตัวอย่างที่ 2 และภาพฉายออโธกราฟิก

จากนั้นพิจารณาระนาบสีเขียวดังแสดงในรูปที่ 3.27 ระนาบดังกล่าวจะเห็นเป็นเส้นเมื่อมองจากด้านหน้าและด้านข้าง แต่เมื่อมองจากด้านบนจะเห็นเป็นสี่เหลี่ยม



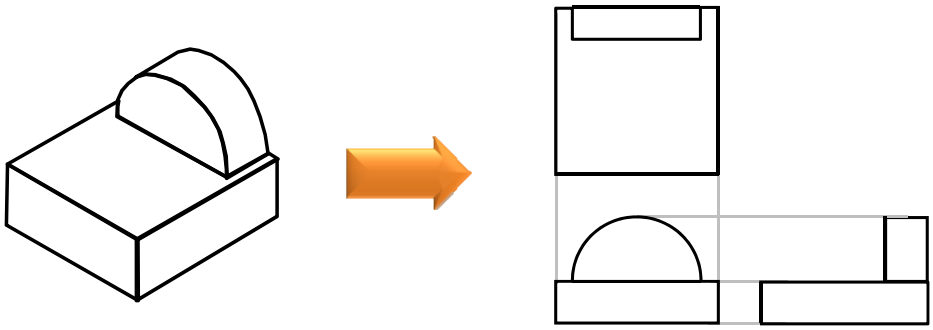
รูปที่ 3.27 ระนาบด้านบนของวัตถุตัวอย่างที่ 2 และภาพฉายออโธกราฟิก

สุดท้ายคือระนาบโค้งและระนาบตรงด้านข้างซึ่งต่อเนื่องกันเป็นผืนเดียวดังแสดงในรูปที่ 3.28 (สีชมพู) ระนาบนี้เมื่อมองด้านบนจะเห็นเป็นสี่เหลี่ยมธรรมดา แต่ถ้ามองด้านข้างจะเห็นเป็นรูปตัวแอล



รูปที่ 3.28 ระนาบโค้งด้านบนและด้านข้างของวัตถุตัวอย่างที่ 2 และภาพฉายออโธกราฟิก

ตัวอย่างที่ 3 สำหรับตัวอย่างนี้ วัตถุจะมีลักษณะคล้ายกับวัตถุในตัวอย่างที่ 2 เพียงแต่ขนาดของครึ่งทรงกระบอกนั้นมีขนาดที่เล็กกว่า ในตัวอย่างนี้ผู้เขียนจะไม่อธิบายถึงที่มาของแต่ละเส้นในรูปออโธกราฟิกแต่ผู้เรียนควรทดลองทำด้วยตนเองตามขั้นตอนที่แสดงในสองตัวอย่างข้างต้น สำหรับรูปวัตถุของตัวอย่างที่ 3 และภาพออโธกราฟิกแสดงไว้ในรูปที่ 3.29 ซึ่งผู้เรียนควรสังเกตุความแตกต่างที่เกิดขึ้นกับภาพออโธกราฟิกที่ได้ระหว่างตัวอย่างที่ 2 และ 3



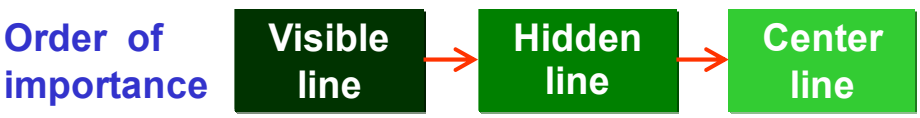
รูปที่ 3.29 วัตถุตัวอย่างที่ 2 และภาพฉายออโธกราฟิก

3.5 สัญนิยมของเส้น (line convection)

หัวข้อสุดท้ายของบทนี้จะกล่าวถึงสัญนิยมของเส้น (สัญนิยมของเส้น คือ ข้อตกลงเกี่ยวกับการใช้เส้นในงานเขียนแบบวิศวกรรม) โดยจะ ซึ่งประกอบไปด้วย 1) ลำดับความสำคัญของเส้น 2) การวาดเส้นประในงานเขียนแบบ และ 3) การวาดเส้น center line

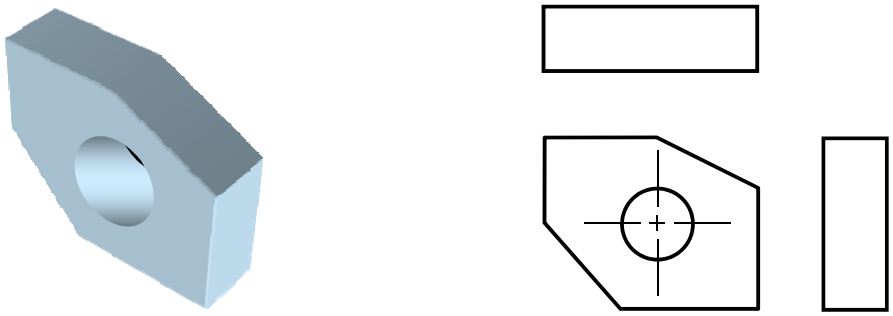
- ***ลำดับความสำคัญของเส้น***

เนื่องจากเส้นในงานเขียนแบบวิศวกรรมมีหลากหลายรูปแบบและใช้เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กัน เช่น เราใช้เส้นต่อเนื่อง (visible line) เพื่อแสดงขอบหรือพื้นผิวของวัตถุที่มองเห็น ใช้เส้นประ (hidden line) เพื่อแสดงขอบหรือพื้นผิวของวัตถุที่ถูกบัง และใช้เส้นยาว-สั้นสลับกัน (center line) เพื่อแสดงแกนของทรงกระบอกหรือแนวสมมาตรของวัตถุ เป็นต้น ในหัวข้อนี้จะจัดลำดับความสำคัญของเส้นทั้ง 3 ชนิด โดยกำหนดให้เส้น visible line มีความสำคัญมากที่สุด รองมาคือเส้น hidden line และสุดท้ายเป็นเส้น center line ดังแสดงในรูปที่ 3.30



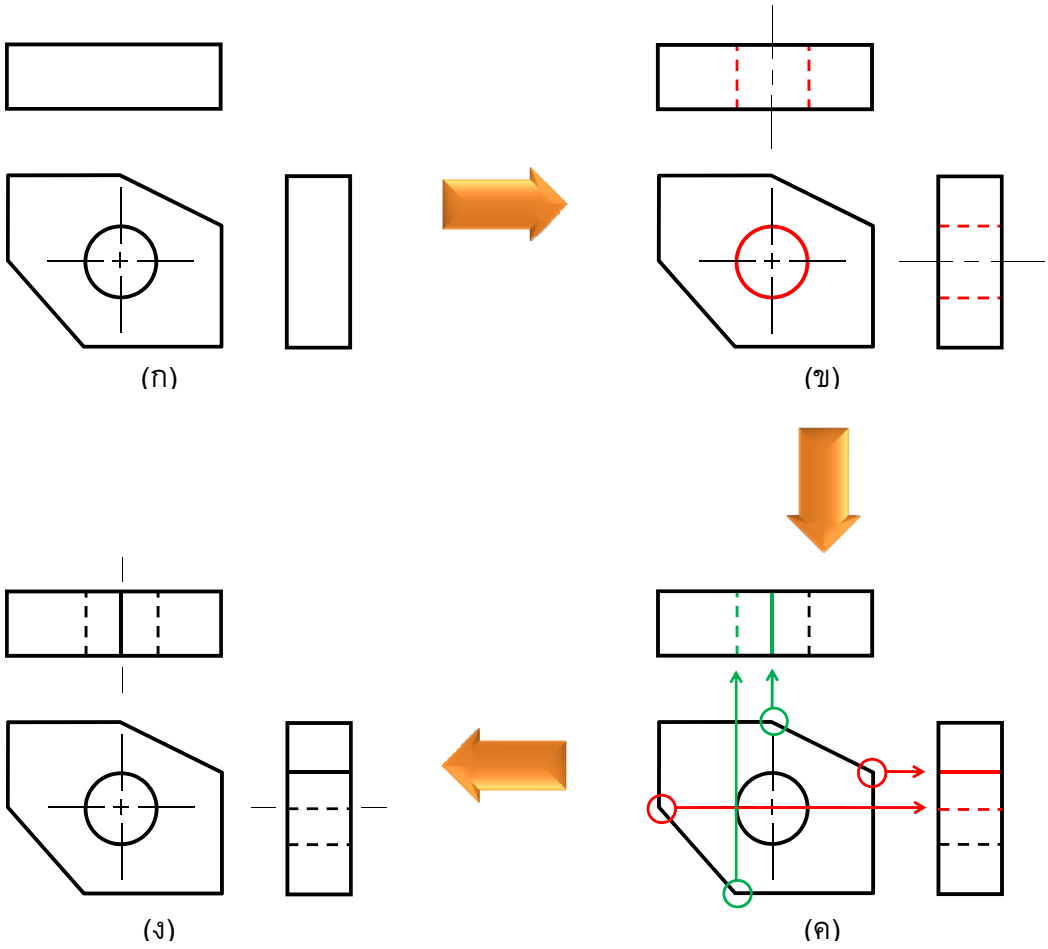
รูปที่ 3.30 ลำดับความสำคัญของเส้น

ดังนั้นถ้าเกิดเหตุการณ์ที่เส้นเหล่านี้จะต้องถูกวาด ณ ตำแหน่งเดียวกันผู้วาดต้องเลือกวาดเส้นที่มีลำดับความสำคัญมากที่สุดก่อน ยกตัวอย่างวัตถุในรูปที่ 3.31ก โดยที่ภาพฉายออโธกราฟิกของวัตถุตัวอย่างนี้แสดงไว้ในรูปที่ 3.31ข แต่ภาพฉายที่แสดงเป็นภาพฉายที่สมบูรณ์เฉพาะภาพด้านหน้า ส่วนภาพด้านบนและด้านข้างแสดงเพียงแต่โครงนอกเท่านั้น



(ก) วัตถุตัวอย่าง (ข) ภาพฉายออโธกราฟิกที่ยังไม่สมบูรณ์

รูปที่ 3.31 การใช้ลำดับความสำคัญของเส้นในการวาดภาพออโธกราฟิก



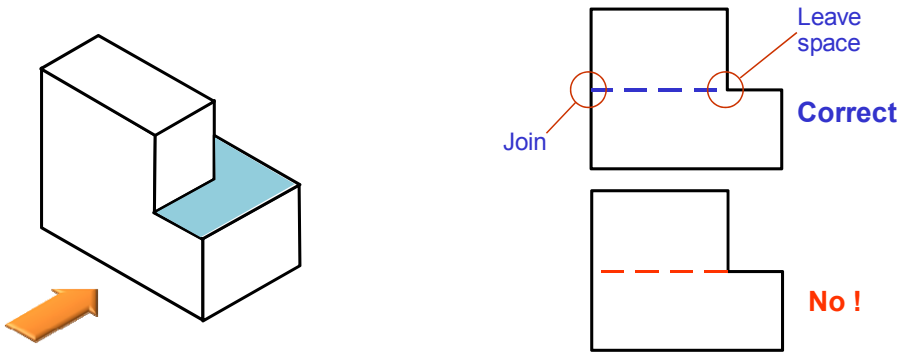
รูปที่ 3.32 ตัวอย่างการวาดภาพออโธกราฟิกโดยใช้ลำดับความสำคัญของเส้น

เพื่อให้เข้าใจการใช้ความสำคัญของเส้นในการวาดรูป ขอให้ศึกษาขั้นตอนในการวิเคราะห์เพื่อวาดภาพออโธกราฟิกของวัตถุตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 3.32ก-ง เริ่มจากรูวงกลมที่เห็นในรูปด้านหน้า รูดังกล่าวจะปรากฏเป็นเส้นประที่ภาพด้านข้างและด้านบนพร้อมกับเส้น center line เพื่อแสดงแกนของรู (รูปที่ 3.32ข) ต่อไปให้พิจารณาขอบของวัตถุที่เห็นในภาพด้านหน้าดังแสดงในรูปที่ 3.32ค ขอบที่ถูกล้อมด้วยวงกลมสีแดงทั้งสองขอบนี้จะถูกแสดงด้วยเส้นต่อเนื่องและเส้นประที่ภาพด้านขวาตามลำดับ แต่เนื่องจากในบริเวณที่ต้องเป็นเส้นต่อเนื่องนั้นมีเส้นประของรูวงกลมอยู่ก่อนแล้ว แต่ลำดับความสำคัญของเส้นต่อเนื่องมีความสำคัญมากกว่า ผู้วาดจึงต้องเลือกวาดเส้นต่อเนื่องเช่นเดียวกับขอบของรูปที่ต้องแสดงเป็นเส้นประ ที่ซึ่งในตำแหน่งนั้นมีเส้น center line อยู่แล้ว แต่เส้นประมีความสำคัญมากกว่าเส้น center line ผู้วาดจึงต้องเลือกวาดเส้นประ ส่วนขอบของวัตถุที่ถูกล้อมด้วยวงกลมสีเขียวก็สามารถพิจารณาได้ด้วยหลักการเดียวกัน ทำให้ได้ภาพฉายออโธกราฟิกดังแสดงในรูปที่ 3.32ค จากรูปที่ 3.32ค จะเห็นได้ว่าเส้น center line ในภาพด้านบนและด้านข้างจะถูกแทนที่ด้วยเส้นที่มีความสำคัญมากกว่าจึงทำให้ไม่มีเส้น center line ปรากฏอยู่ แต่อย่างไรก็ตามผู้วาดควรที่จะแสดงเส้น center line ในรูปด้วยเพื่อกำหนดตำแหน่งแกนของรู ซึ่งสามารถทำได้ด้วยการลากเส้นตรงเล็ก ๆ ในแนวแกนของรูโดยเว้นช่องว่างเล็กน้อยจากรูปก่อนลากดังแสดงในรูปที่ 3.32ง

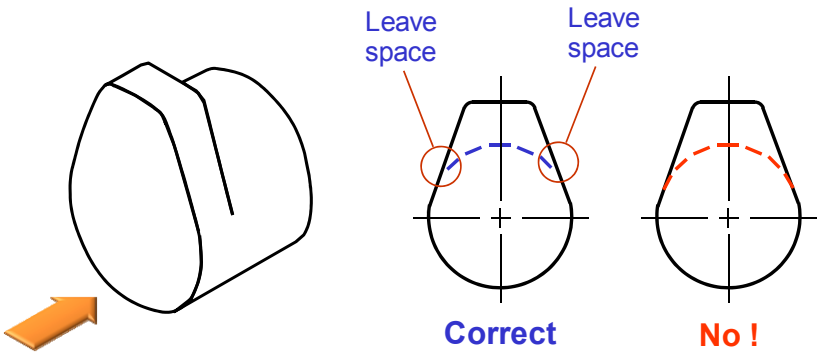
- ***การวาดเส้นประในงานเขียนแบบ***

ในหัวข้อนี้จะแสดงข้อบังคับในการวาดเส้นประในงานเขียนแบบ ซึ่งมีอยู่ 3 ข้อด้วยกัน

1) การวาดเส้นประต้องวาดให้มาบรรจบหรือจรดกับเส้น visible line ยกเว้นว่าเส้นประนั้นถูกลากต่อเนื่องออกจากเส้น visible line ในกรณีนี้ต้องเว้นช่องว่างเล็กน้อยก่อนที่จะเริ่มลากเส้นประดังแสดงในรูปที่ 3.33 จากรูปเมื่อมองวัตถุตัวอย่างตามทิศทางที่กำหนด พื้นผิวสีฟ้าของวัตถุจะปรากฏเป็นเส้นตรง ซึ่งสามารถมองเห็นได้บางส่วนแต่บางส่วนจะถูกบังและต้องแสดงด้วยเส้นประ ดังนั้นในขณะวาดเส้นประที่กำลังจะต่อเนื่องออกจากเส้นตรง (เนื่องจากเป็นพื้นผิวเดียวกัน) จะต้องเว้นช่องว่างเล็กน้อยก่อน



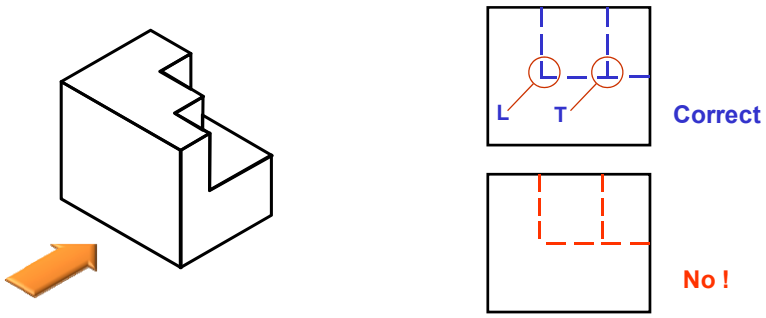
รูปที่ 3.33 การลากเส้นประที่ต่อเนื่องจากเส้น visible line (ตัวอย่างที่ 1)



รูปที่ 3.34 การลากเส้นประที่ต่อเนื่องจากเส้น visible line (ตัวอย่างที่ 2)

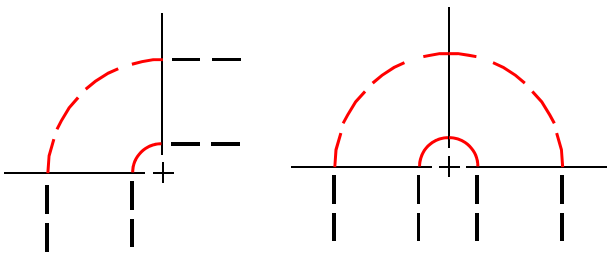
รูปที่ 3.34 แสดงอีกตัวอย่างของการเว้นช่องว่างก่อนการลากเส้นประที่ต่อเนื่องจากเส้น visible line จากรูปจะพบว่าเมื่อมองวัตถุตัวอย่างในทิศทางที่กำหนด ส่วนด้านบนของทรงกระบอกทางด้านหลังจะถูกบังและต้องแสดงด้วยเส้นประ และจากภาพออโธกราฟิกจะเห็นว่าเส้นประนั้นต้องลากต่อจากส่วนโค้งด้านล่างเนื่องจากเป็นพื้นผิวของทรงกระบอกเดียวกัน ทำให้ต้องเว้นช่องว่างเล็กน้อยก่อนที่จะลากเส้นโค้งประ

2) เมื่อมีเส้นประมาบรรจบกัน ต้องทำให้ตำแหน่งที่เส้นประมาบรรจบกันนั้นมีลักษณะเป็นตัวแอล (L) หรือตัวที (T) ดังแสดงในรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 การลากเส้นประมาบรรจบกันเพื่อให้มีลักษณะตัวแอลและตัวที

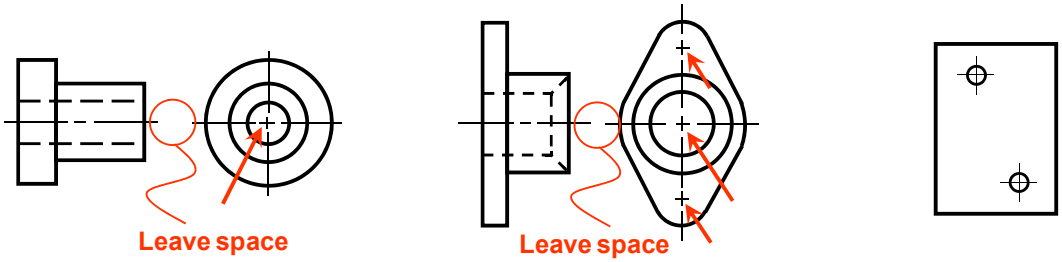
3) ส่วนโค้งที่ต่อด้วยเส้นตรงและเป็นเส้นประ ให้เริ่มเส้นโค้งประจากแนวเส้น center line จากนั้นเว้นช่องว่างเล็กน้อยแล้วต่อด้วยเส้นตรงประ ดังแสดงในรูปที่ 3.36



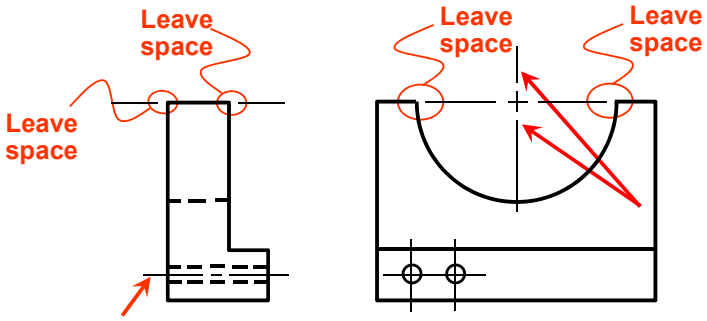
รูปที่ 3.36 การลากเส้นโค้งประที่ต่อเนื่องกับเส้นตรงประ

- ***การวาดเส้น center line***

เส้น center line นอกจากใช้เพื่อแสดงแกนของทรงกระบอกแล้วยังใช้เพื่อแสดงแนวการสมมาตรด้วย ดังที่จะเห็นเส้น center line นี้ในรูปวงกลม ก่อนจะกล่าวต่อไปขอทบทวนลักษณะของเส้นนี้อีกครั้ง เส้น center line ประกอบด้วยเส้นยาว-สั้น สลับกันไป ส่วนการวาดเส้น center line บนวงกลมจะใช้เส้นสั้นตัดกันที่จุดศูนย์กลางของวงกลมดังที่แสดงในรูปที่ 3.37 และลากให้เลยขอบของวงกลมนั้น ๆ ออกไปเล็กน้อย (ห้ามจบที่ขอบวงกลม) ประมาณ 2-3 มม. การลากเส้น center line จะต้องเริ่มและจบด้วยเส้นยาวเท่านั้น อีกทั้งต้องไม่ลากต่อเนื่องไปยังภาพด้านข้างด้วย สำหรับวงกลมที่มีขนาดเล็ก ๆ สามารถที่จะลากเส้น center line ด้วยเส้นต่อเนื่องได้ โดยทำให้มีลักษณะเป็นเครื่องหมายกากบาทเล็ก ๆ ดังแสดงในรูปขวาสุดของรูปที่ 3.37 และถ้าเส้น center line มีแนวที่ต้องลากทับกับเส้น visible line หรือเส้นประให้เว้นช่องว่างเล็กน้อยก่อนที่จะลากเส้น center line ในลักษณะดังที่แสดงในรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.37 การลากเส้น center line บนวงกลม



รูปที่ 3.38 การลากเส้น center line เมื่อมีแนวการลากทับกับเส้น visible line

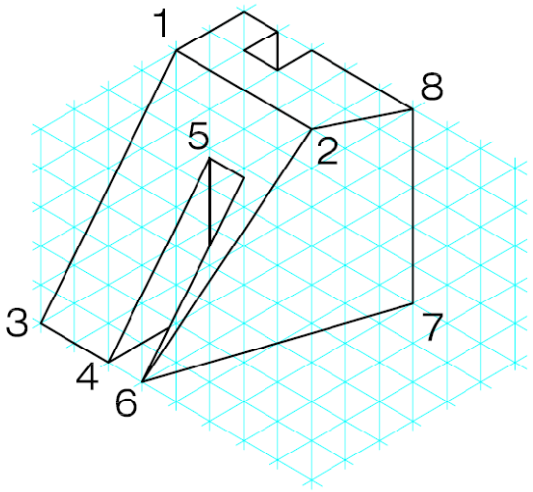
3.6 บทสรุป

บทนี้อธิบายถึงที่มาและสาเหตุที่ต้องใช้การฉายภาพแบบออโธกราฟิกในการแสดงภาพวัตถุสามมิติบนสื่อสองมิติ จากนั้นได้แสดงแนวคิดในการสร้างภาพออโธกราฟิกซึ่งมีทั้งการจับวัตถุมาหมุนไปมาหรือการเดินไปรอบ ๆ วัตถุเพื่อวาดภาพ รวมถึงการใช้หลักการของกล่องแก้วในการ

สร้างภาพออโธกราฟิก ซึ่งผู้เรียนต้องฝึกฝนให้มีความสามารถในการสร้างภาพดังกล่าวให้ได้โดยไม่ต้องเดินไปรอบ ๆ หรือได้จับต้องวัตถุจริง ๆ และหัวข้อที่มีความสำคัญมากหัวข้อหนึ่งคือการฉายภาพออโธกราฟิกขององค์ประกอบของวัตถุ ซึ่งได้แก่ จุด เส้น และพื้นผิว ซึ่งถ้าผู้เรียนสามารถทำความเข้าใจได้อย่างดีแล้วจะช่วยให้การสร้างภาพออโธกราฟิกสามารถทำได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น จากนั้นได้ยกตัวอย่างการสร้างภาพออโธกราฟิกของวัตถุ 3 ตัวอย่างด้วยกัน และสุดท้ายเป็นหัวข้อเกี่ยวกับสัญนิยมของเส้นซึ่งประกอบด้วยลำดับความสำคัญของเส้น การวาดเส้นประ และการวาดเส้น center line

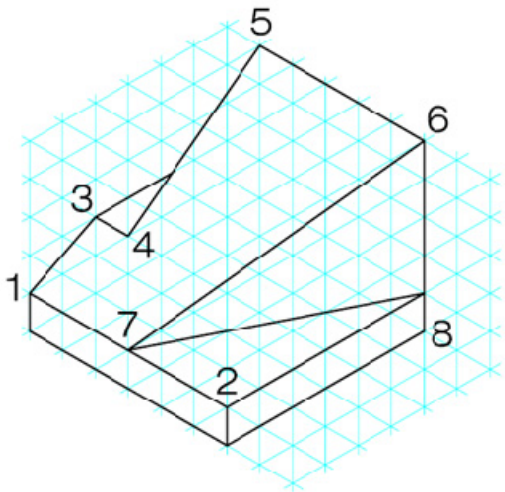
แบบฝึกหัด

1. จงบอกชนิดของเส้นที่อยู่บนวัตถุว่าเป็นเส้น normal line, inclined line หรือ oblique line



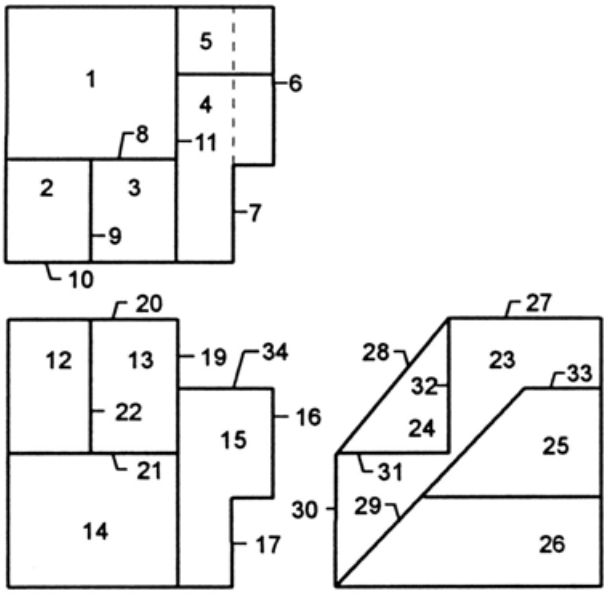
1-2 _____
1-3 _____
3-4 _____
4-5 _____
2-6 _____
6-7 _____
7-8 _____
8-2 _____

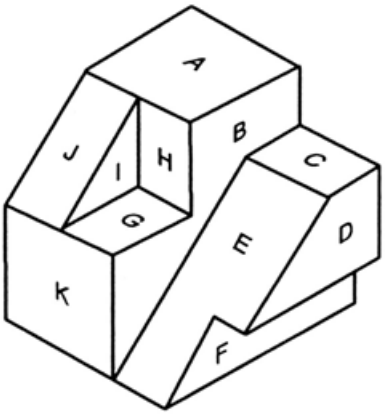
2. จงบอกชนิดของเส้นที่อยู่บนวัตถุว่าเป็นเส้น normal line, inclined line หรือ oblique line



1-2 _____
1-3 _____
3-4 _____
4-5 _____
5-6 _____
6-7 _____
7-8 _____
8-6 _____

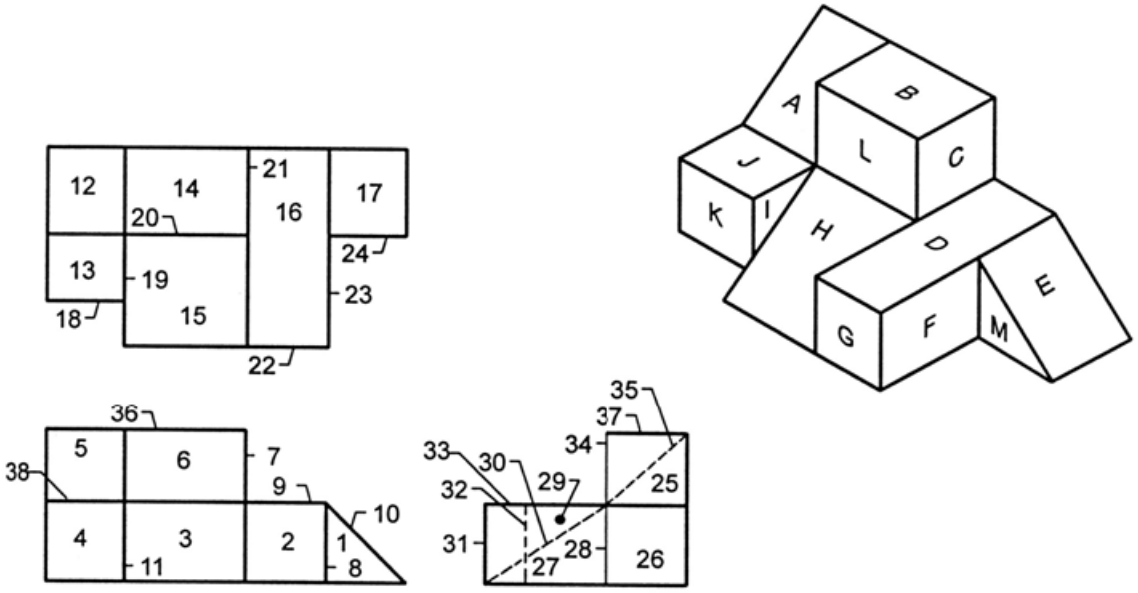
3. ตัวอักษรที่ให้บนภาพแทนพื้นผิวต่าง ๆ ของวัตถุ ส่วนตัวเลขที่ให้ก็จะแสดงพื้นผิวเช่นเดียวกัน จงนำตัวเลขไปเติมลงในช่องว่างให้สอดคล้องกับพื้นผิวที่เห็นในภาพสามมิติ





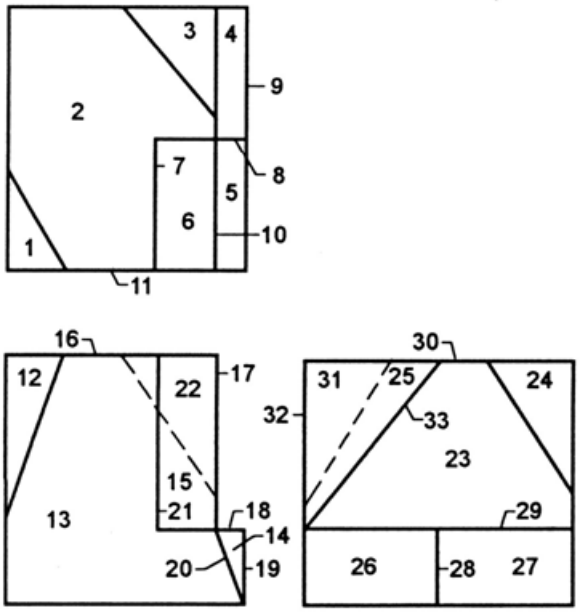
Surface	Top	Front	Side
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			
K			

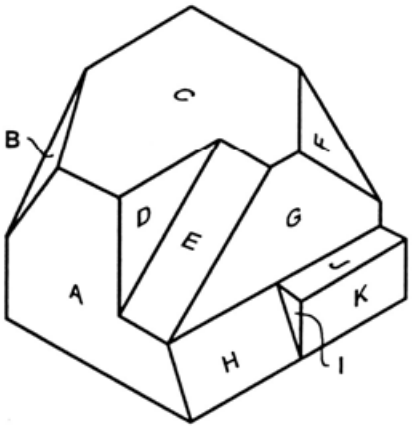
4. ตัวอักษรที่ให้บนภาพแทนพื้นผิวต่าง ๆ ของวัตถุ ส่วนตัวเลขที่ให้ก็จะแสดงพื้นผิวเช่นเดียวกัน จงนำตัวเลขไปเติมลงในช่องว่างให้สอดคล้องกับพื้นผิวที่เห็นในภาพสามมิติ



Surface	Top	Front	Side
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			
K			
L			
M			

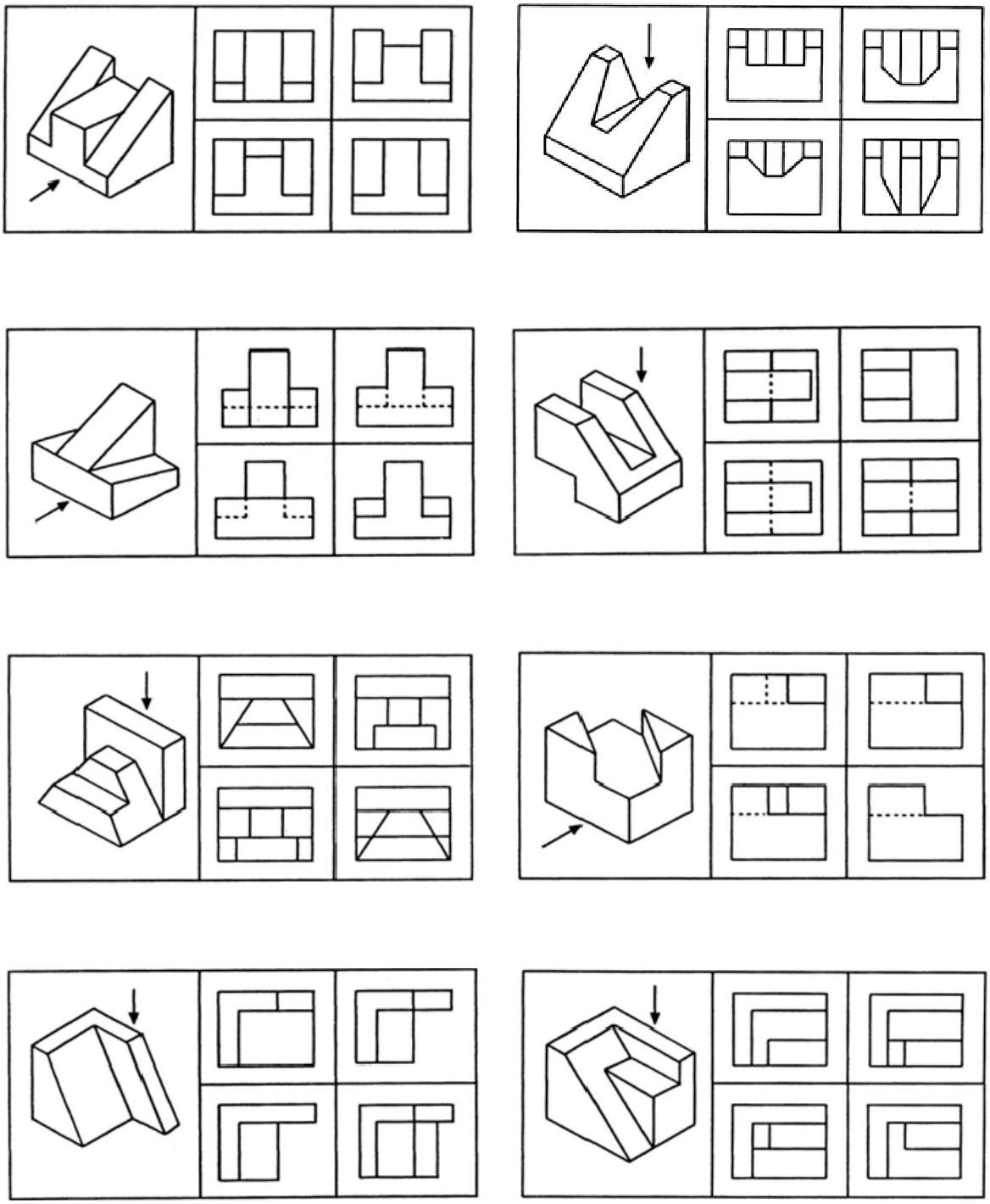
5. ตัวอักษรที่ให้บนภาพแทนพื้นผิวต่าง ๆ ของวัตถุ ส่วนตัวเลขที่ให้ก็จะแสดงพื้นผิวเช่นเดียวกัน จงนำตัวเลขไปเติมลงในช่องว่างให้สอดคล้องกับพื้นผิวที่เห็นในภาพสามมิติ



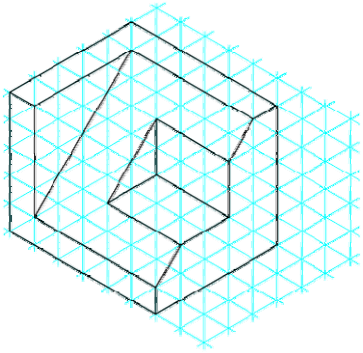
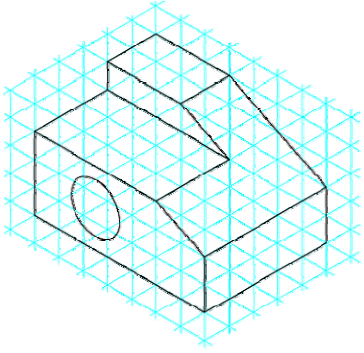
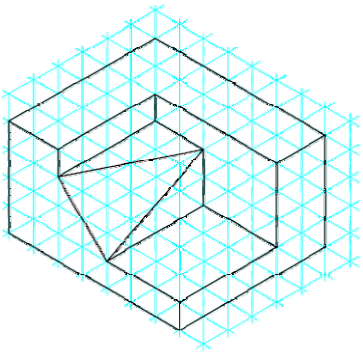
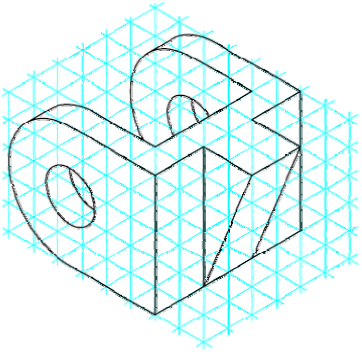
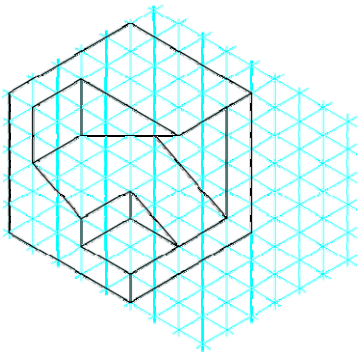
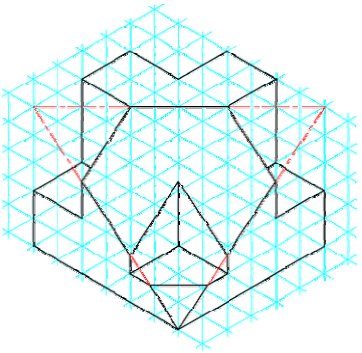
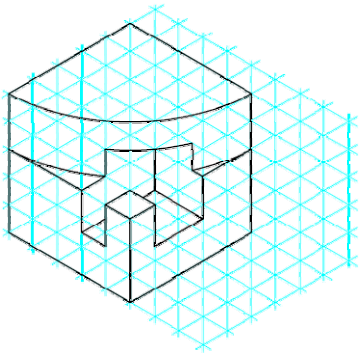
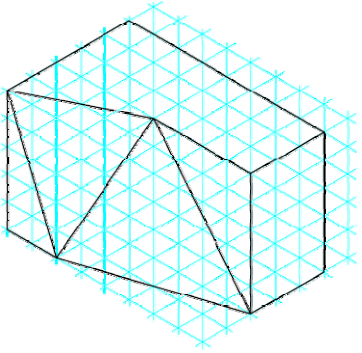
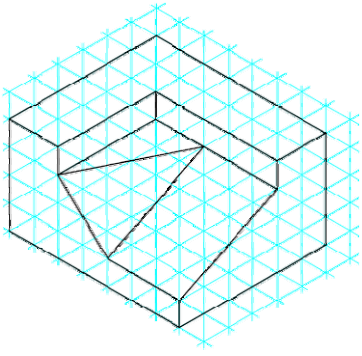
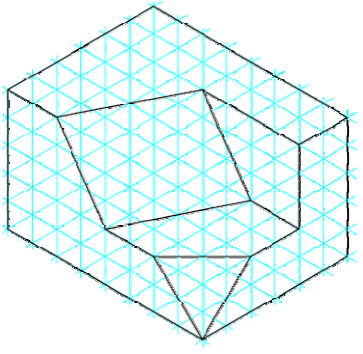


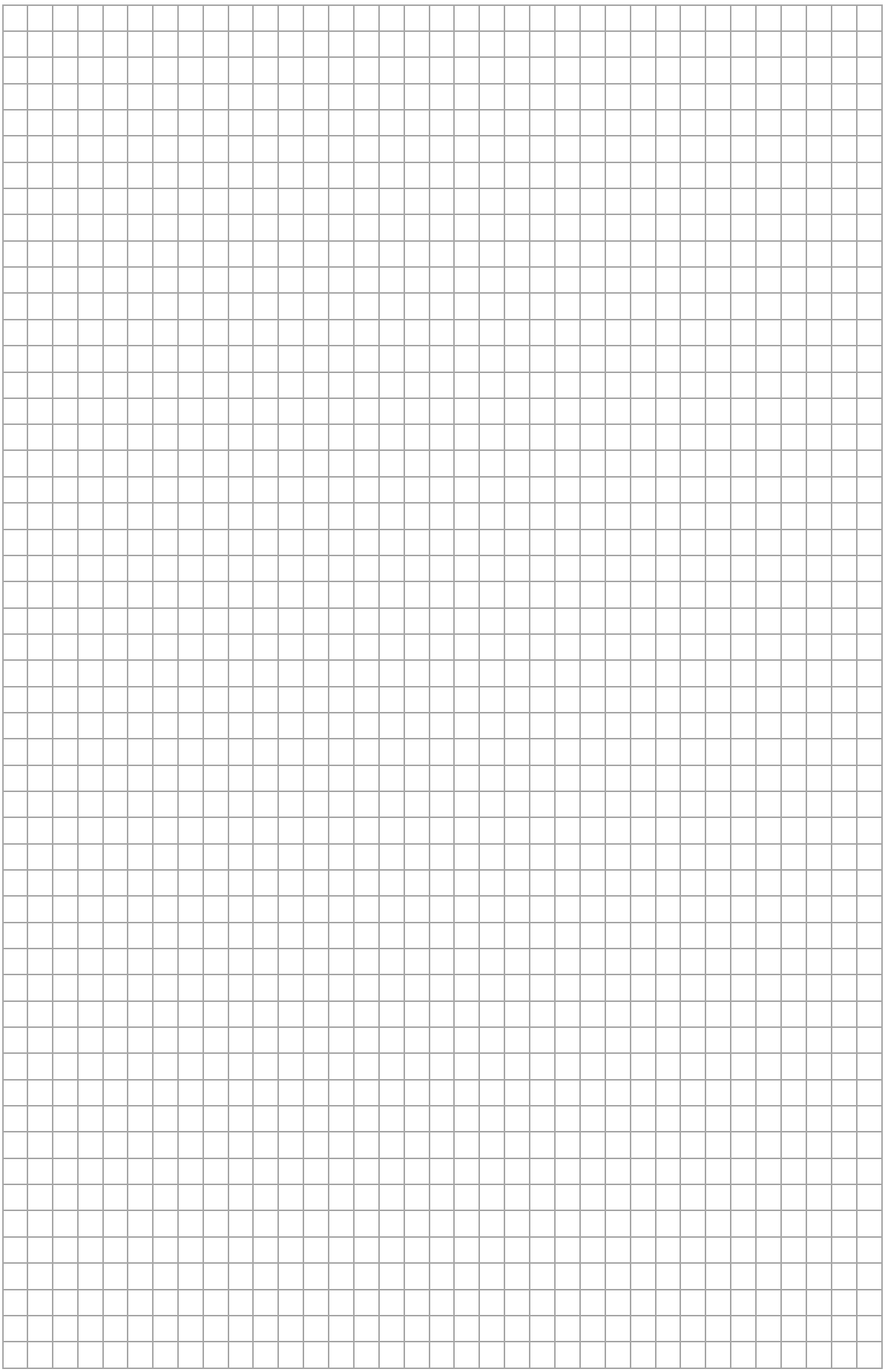
Surface	Top	Front	Side
A			
B			
C			
D			
E			
F			
G			
H			
I			
J			
K			

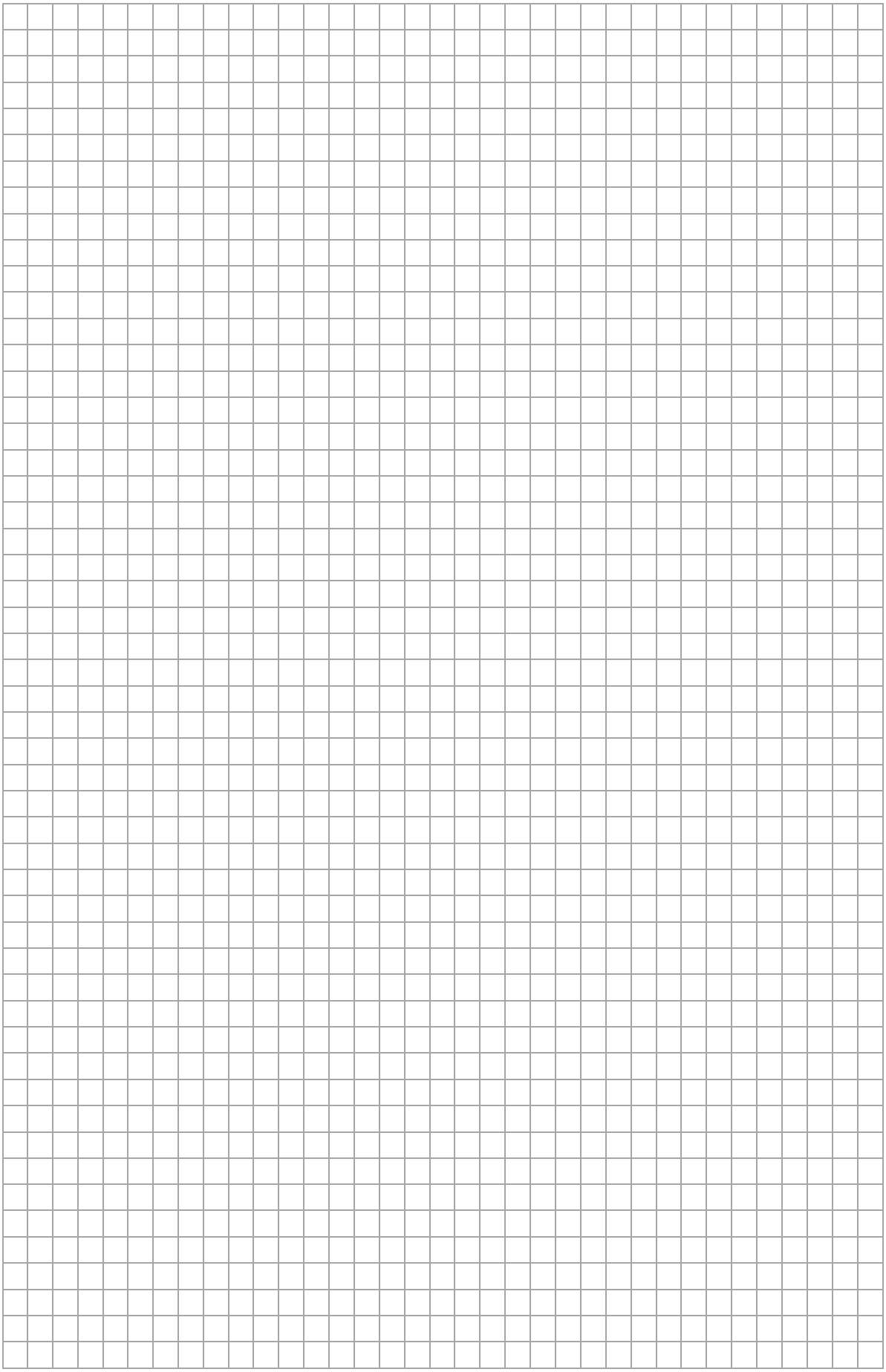
6. จงเลือกภาพที่ปรากฏเมื่อมองวัตถุตามทิศทางของลูกศรให้ถูกต้อง



7. จงสเก็ตช์ภาพออโธกราฟิกของวัตถุที่กำหนดให้ (วางตำแหน่งของภาพให้ถูกต้อง)

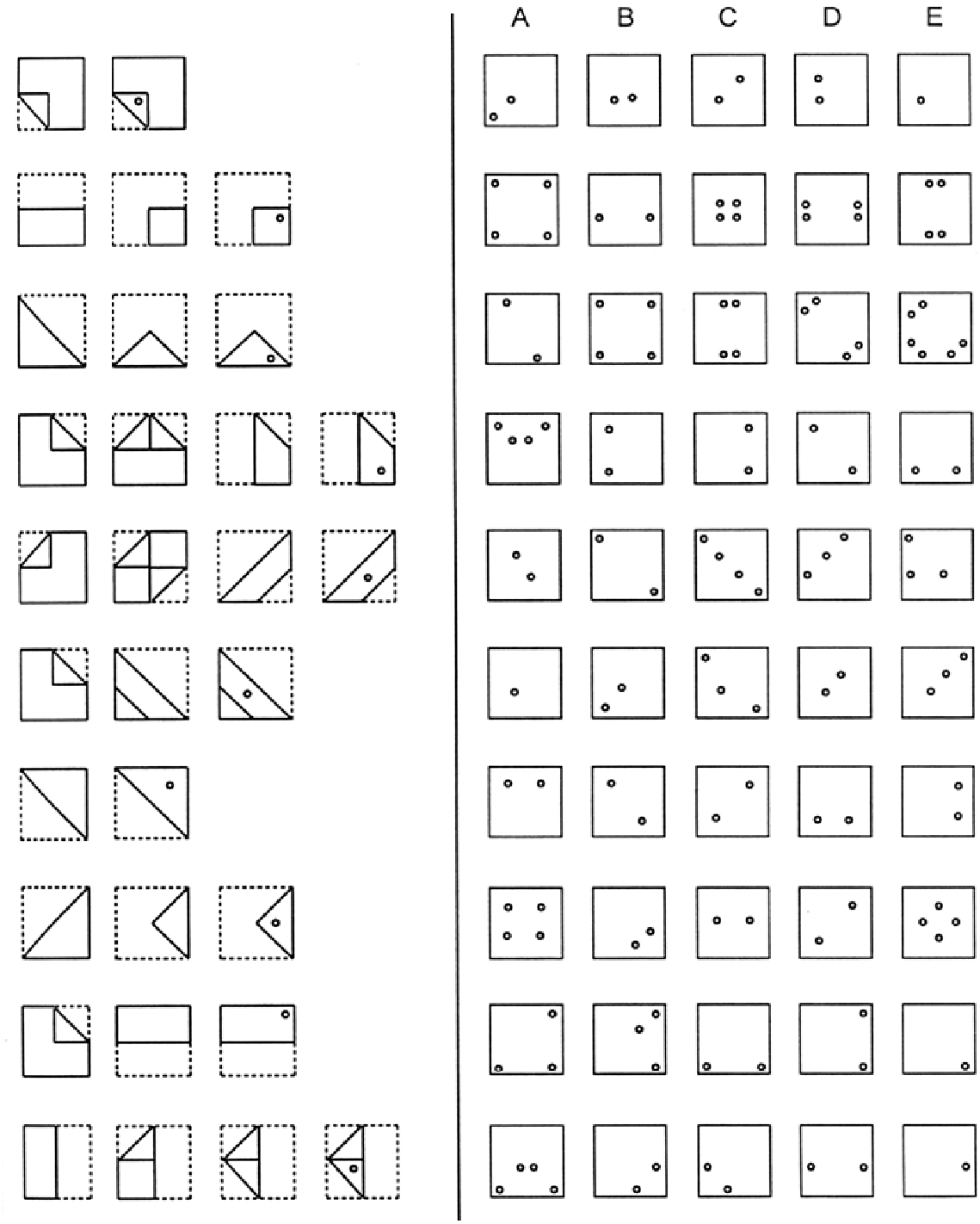













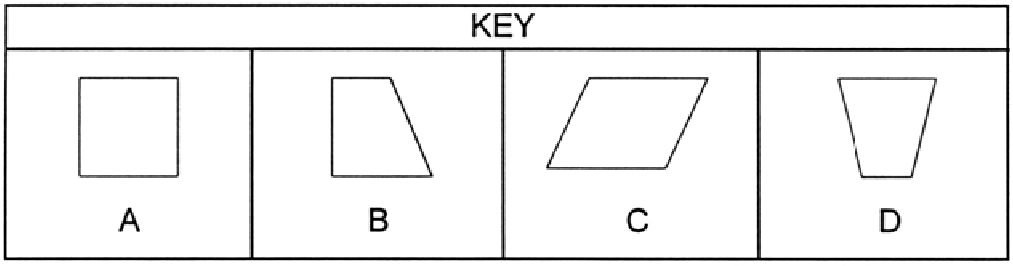


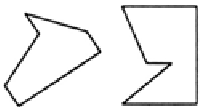
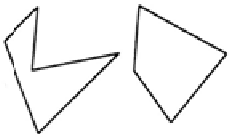
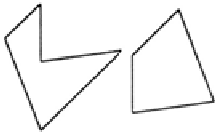
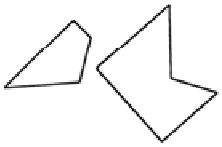
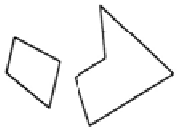
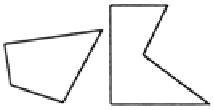
ปัญหาฝึกสมอง

1. รูปทางด้านซ้ายสมมติให้เป็นกระดาษสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นพับกระดาษตามที่กำหนดแล้วทำการเจาะรูตามตำแหน่งที่แสดง เมื่อคลี่กระดาษที่ถูกเจาะรูนี้ออกมาจะได้ภาพเป็นเช่นใด ให้เลือกตอบ A-E



2. จากวัตถุแบบอย่างที่ให้ทั้ง 4 รูปแบบ (A-D) ถ้านำชิ้นส่วน 2 ชิ้นที่กระจายกันอยู่มาประกอบเข้าด้วยกันแล้วจะได้วัตถุแบบอย่างในข้อใด



1.		A B C D	6.		A B C D
2.		A B C D	7.		A B C D
3.		A B C D	8.		A B C D
4.		A B C D	9.		A B C D
5.		A B C D	10.		A B C D

3. ถ้าวัตถุถูกตัดด้วยระนาบดังที่แสดงในรูป พื้นผิวหน้าตัดที่ได้จะมีรูปร่างแบบใด